



Universidad De Cuenca / Facultad De Artes / Escuela De Diseño / Tesis de Graduación.
Dirección: Dis. Carlos Pesantez P. / Autor: Carlos Cesar Brito Max / Julio 2012



DISEÑO DE TABIQUES MODULARES EN CAÑA GUADUA

COMO MATERIAL SUSTENTABLE DE BAJO COSTO
APLICADO A LA DIVISION DE ESPACIOS INTERIORES



Universidad de Cuenca



DISEÑO DE TABIQUES MODULARES EN CAÑA GUADUA

Como Material Sustentable De Bajo Costo
Aplicado A La División De Espacios Interiores

Autor: Carlos Cesar Brito Max
Director: Dis. Carlos Pesantez P.



Universidad de Cuenca



RESUMEN

El tema planteado busca a través del diseño de interiores, impulsar una alternativa de tabiques modulares, sustentables que utilicen materiales renovables que sean autóctonos de la zona, dando a conocer de una manera renovada la utilización de la caña guadua, para dividir espacios interiores y exteriores, teniendo los cuidados pertinentes para que este en el intemperie, y además poder combinar con distintos materiales; tanto alternativos como ecológicos, de esta forma se promueve el uso de este gran recurso natural –caña guadua– apoyando a mantener viva nuestra cultura por medio de los materiales, al mismo tiempo ayudando a la conservación del medio ambiente, Y al desarrollo del lugar donde crece.

El estudio de la caña guadua, y sus resultados positivos contribuye para que se pueda considerar una alternativa para reemplazar la madera tradicional, como roble, laurel, chanul, etc., que están desapareciendo debido a que las reservas madereras se están agotando por el mal uso del suelo y la tala indiscriminada de bosques. En este documento se hace una investigación a partir de la recopilación y análisis de datos sobre la sustentabilidad, para aplicar los conocimientos adquiridos al diseño de tabiques modulares utilizando la caña guadua como material principal, para obtener una propuesta sustentable que sea amigable con el ambiente, y como es un material autóctono se puedan abaratar los costos para que este tipo de construcción sea accesible a todos los ecuatorianos.

ÍNDICE

INTRODUCCION	12
CAPITULO UNO: DISEÑO SUSTENTABLE	16
- Conceptos ambientales	18
- Materiales renovables en nuestro medio	20
- Importancia de la guadua en el entorno	21
CAPITULO DOS: CAÑA GUADUA	25
- Antecedentes históricos	28
- Composición botánica	30
- Ciclo de vida (estado de madurez)	34
- Silvicultura	36
- Recomendaciones para la siembra	37
- Época ideal para la cosecha	38
- Secado de la guadua	39
- Partes comerciales	40
- Clasificación de los bambúes en Ecuador	41
- Ventajas y desventajas del uso del bambú en la construcción	42
- Análisis de datos y pruebas que respaldan a la guadua como material de construcción	43
CAPITULO TRES: UNIONES EN LA CAÑA GUADUA	47
- Tipos de cortes	50
- Elaboración de los tipos de corte	51
- Forma de evitar el aplastamiento en los extremos de las vigas	52
- Tipos de uniones entre piezas de bambú guadua	53
- Uniones longitudinales	55
- Proyectos realizados con caña guadua	56
- Proyecto de viviendas Ciudad Alegría	
Seguimiento de la obra	57
- Alternativas de unión en una armadura de guadua	72
CAPITULO CUATRO: TABIQUERIA MODULAR	81
- Generalidades	83
- Elementos que forman los tabiques	84
- Características físicas de los tabiques	86
- Procedimiento de sistema de perfiles metálicos	87



CAPITULO CINCO: DISEÑO DE TABIQUERIA MODULAR EN CAÑA GUADUA	99
- Normas de seguridad para tabiquería modular	101
- Consiguiendo el material adecuado	102
- Combinación de materiales naturales con industrializados	104
- Materiales metálicos que forman la propuesta de unión	106
- Detalles de las uniones a emplearse en el tabique modular	108
- Alternativas de unión con platina metálica usando los cortes en la guadua	113
- Unión para fijar la estructura al piso y a la losa superior	116
- Encuentro tabique – muro de hormigón	118
- Unión para encuentro de tabiques en esquina	119
- Encuentro perpendicular entre tabiques	120
- Revestimiento de la estructura con distintos cortes y tratamientos a la caña guadua	121
- Material de aislación	123
- Secuencia de montaje	124
- Unión para la instalación de espacios virtuales	130
- Materiales complementarios para los espacios virtuales	132
- Aplicación del tabique modular	133
- Alternativas para dividir el espacio con un solo módulo	137
- Aplicación en lugares donde se puede utilizar el tabique modular	140
CONCLUSIONES	155
ANEXOS	157
- Parámetros de producción de los tableros de caña guadua	158
- Productos derivados de la guadua	161
- Resistencia al fuego para los tableros	165
- Materiales aislantes que se pueden utilizar en la construcción del tabique modular	167
- Maquinas industriales utilizadas, para realizar el tabique	174
GLOSARIO	178
BIBLIOGRAFÍA	180



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Carlos Cesar Brito Max, autor de la tesis "Diseño de Tabiques Modulares en Caña Guadua Como Material Sustentable de Bajo Costo Aplicado a la División de Espacios Interiores", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Diseñador de Interiores. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 18 de octubre de 2012



Carlos Cesar Brito Max
010269691-1

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador

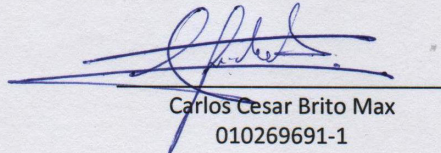


UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Carlos Cesar Brito Max, autor de la tesis "Diseño de Tabiques Modulares en Caña Guadua Como Material Sustentable de Bajo Costo Aplicado a la División de Espacios Interiores", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 18 de octubre de 2012



Carlos Cesar Brito Max
010269691-1

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador





AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento sincero a la Institución que me albergó durante mis años de estudio, a sus distinguidos catedráticos por haberme brindado sus conocimientos.

Al Dis. Carlos Pesantez director del trabajo teórico práctico, por su dedicación y paciencia

A mis padres y hermanas por todo el apoyo económico y emocional, por brindarme de manera incondicional su cariño y comprensión, para culminar mis estudios.

INTRODUCCIÓN



1. Vivienda de caña guadua en el sector de Santa Isabel. (Carlos Brito)

En el Ecuador va en aumento el ingreso de materiales extranjeros utilizados para la construcción, los mismos que, desplazan a los materiales oriundos y nativos de nuestra región.

Esto sucede con la caña guadua, material que crece en nuestro territorio en abundancia, pero lo aprovechamos de manera parcial, ya que su uso se ha limitado en un pequeño porcentaje a la producción de mobiliario, a la artesanía, y en obras realizadas por los mismos agricultores y campesinos para cercar sus terrenos, usando la caña solo de una manera rolliza, es decir solo en su forma cilíndrica.

El tema planteado busca a través del diseño de interiores, impulsar una alternativa de tabiques modulares sustentables, que utilicen materiales renovables que sean autóctonos de la zona, dando a conocer de una manera renovada la utilización de la caña guadua como divisor de espacios, de esta forma mantener viva nuestra cultura por medio de los materiales, al mismo tiempo apoyando a la conservación del ecosistema, Y al desarrollo del lugar donde crece.

Para el desarrollo del trabajo se observan varias etapas de estudio con un selecto material gráfico, el cual apela a la lógica visual.

En primera instancia se clasifica y analiza datos sobre la sustentabilidad, para aplicar los conocimientos adquiridos al diseño de tabiques modulares utilizando la caña guadua como material principal, para obtener una propuesta sustentable que sea amigable con el ambiente.

En un segundo momento, se debe de ampliar la información respecto a la GUADUA, razón por la cual se detallara en el proyecto los cuidados técnicos que se



deben de tener en la siembra, el cuidado en su crecimiento, la cosecha, el corte, el almacenamiento y su utilización, cumpliendo normas de calidad, resistencia y durabilidad.

Su estudio y aplicación llevará a determinar el comportamiento del bambú guadua frente a características que toleren a la compresión, a la tensión, a factores exógenos y a variables que se expondrán en el transcurso de esta investigación, para su correcta aplicación en el diseño de tabiquería modular.

Es importante, concientizar a las personas de una manera que contribuya y fomente la siembra de esta planta de características inigualables ya que mejora el suelo, disminuye la contaminación, cuando se corta vuelve a crecer y no requiere demasiados cuidados, es buena para construir, liviana y de una gran resistencia, características que a futuro abrirá un nuevo campo de comercio para el País ya que es un producto para exportación.

Este proceso beneficia a la mano de obra nacional, y la sociedad podría disfrutar de materiales ecológicos dentro de las áreas del espacio habitable.

En el tercer capítulo se realiza un análisis de las uniones y ensamblajes más utilizados en la construcción con la caña guadua.

El estudio de las uniones nos sirve para comprender las técnicas empleadas, esto se explicara a base de los detalles constructivos, partiendo de esto se puede encontrar la mejor solución e innovar en sistemas que sean ligeros, de fácil acoplamiento entre si y que presenten diversas posibilidades de combinación.



2. Bosque de guadua, llamado Guadual. (Carlos Brito)



3. Unión tipo de "una oreja" utilizada en las viviendas. (Carlos Brito)

Continuando con una siguiente etapa se puntualiza sobre la división de Interiores. En el proyecto se encontrará de una manera explicativa y práctica, con el uso de gráficos ilustrativos el proceso de construcción de tabiques divisorios de espacio, que se adapten a las necesidades de los habitantes, mejorando la calidad del espacio, brindando mayor privacidad, organizando y definiendo áreas, que dan como resultado una óptima circulación para los ocupantes en sus actividades diarias.

Finalmente el trabajo concluye con una propuesta de Tabiquería modular realizada con caña guadua, que pueda convertirse en una alternativa novedosa para el aprovechamiento e industrialización de la guadua, siendo una fuente de ingresos y empleo en las áreas de cultivo y cuidado del material en Ecuador.

Esta investigación beneficiará al diseño interior, ya que al crear tabiques modulares, estos ofrecen la posibilidad de que sin necesidad de efectuar obra alguna de albañilería en el local, sea factible dividir el espacio original en el número de compartimentos que cada ambiente, precise para el desarrollo de sus actividades.

Con la planificación en el área de cultivo, en las zonas de crecimiento de la caña, se podrá conseguir buen material para trabajar con el tipo de tabiquería desmontable como otro modelo de construcción, que puede ser aplicado dentro de: Cabañas, Oficinas, Laboratorios, Negocios o cualquier otro tipo de refugio u otra aplicación, tanto para espacios interiores y exteriores.





capítulo uno

DISEÑO SUSTENTABLE





CONCEPTOS AMBIENTALES

Los conceptos ambientales a considerar en el desarrollo del proyecto son de gran importancia porque serán considerados como metodología de trabajo (diseño sustentable) siendo parte fundamental para el desarrollo del diseño de tabiques modulares, demostrando que al utilizar la caña guadua como material principal el proyecto está enfocado a la sostenibilidad.

Diseño Sustentable

El diseño sustentable es una estrategia que busca reducir el impacto ambiental que las construcciones crean al medio ambiente y a sus habitantes; se plantea como una herramienta apropiada que sirve para lograr espacios que mejoren la calidad de vida de las personas al introducir restricciones y/o mejoras en todas las fases de diseño y construcción en todo proyecto a realizarse.

Con esto se asegura la utilización eficiente de los recursos naturales y la conservación del ambiente, además de crear una conciencia y una política ambiental que tenga un fuerte compromiso de (...) "satisfacer las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que satisfagan sus propias necesidades"¹

Criterios en el diseño sustentable

El diseño sustentable, para utilizarlo en la construcción debe de ser un proceso de creación en el cual se establecen criterios de desarrollo sustentable como: reducción de la contaminación al suelo, aire y agua, ahorro económico y financiero en los proyectos, reducción de los desperdicios y desechos generados tanto en el proceso constructivo, como en la forma que se obtienen los materiales naturales que se va a utilizar, esto será en base al ciclo de vida de los materiales.

Proceso del ciclo de vida

Son todas las etapas por las cuales pasa la materia prima, desde su obtención, hasta su comercialización². Es importante conocer el ciclo de vida de los materiales, para relacionarlo con los procesos productivos de la caña guadua y sus formas de presentación como material para la construcción.

1. La primer ministro noruega Gro Brundtland incorporó en el informe "Nuestro futuro común" (Our common future) presentado en la 42a sesión de las Naciones Unidas en 1987.

2. Tomado de HERNANDEZ MORENO Silverio, El Diseño Sustentable Como Herramienta Para El Desarrollo De La Arquitectura Y Edificación En México, Universidad de Guanajuato, México 2008

CICLO DE VIDA de los materiales



⇒ **Selección y corte** de
guaduas maduras

1 Extracción y Preparación
de los Materiales

2 Manufactura
y Producción
de Materiales



3 Materiales de Construcción,
Productos e Insumos

↓
Corte en latillas. Proceso
de industrialización



⇒ **Producto final.** Guadua laminada para
pisos y paneles. Además guadua rolliza

4. Relación ciclo de vida de los materiales con la producción de caña guadua. (Carlos Brito)

Materiales renovables en nuestro medio



5. Recurso renovable Caña Guadua.
(Carlos Brito)

Al hablar de materiales renovables hago referencia a los recursos naturales considerados como recurso renovable; son Todos los bienes de la naturaleza que permiten al hombre subsistir en el planeta o fuera de él; pueden ser recursos naturales renovables (agua, aire, bosques, fauna).

Funciones³

Los recursos naturales cumplen al menos las siguientes cuatro funciones que son valoradas positivamente por la sociedad:

1. Forman parte de la función de producción de gran cantidad de bienes económicos.
2. Proporcionan bienes naturales (paisajes, parques, entornos, etc.) cuyos servicios pueden ser demandados, por lo que forman parte de las funciones de utilidad de los individuos.
3. Actúan como receptor de residuos y desechos procedentes de las actividades de producción y consumo humano. El medio ambiente tiene una cierta capacidad de asimilación, la cual permite que, hasta cierto límite, se puedan absorber estos residuos y transformarlos en sustancias inofensivas o, incluso, beneficiosas.
4. El medio ambiente constituye un sistema integrado que proporciona los medios para sostener toda clase de vida.

Los Recursos renovables deben ser manejados cuidadosamente para evitar exceder la capacidad regeneradora mundial de los mismos. Es necesario considerar la capacidad de renovación (sostenibilidad) de tales recursos.

En el Ecuador hay diversidad de materiales renovables que son utilizados en la construcción como la tierra, la madera, la piedra, uno de los más grandes recursos es la caña guadua, por su capacidad de regenerarse, ha sido usado

3. Tomado de: la Facultad de Recursos Naturales - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela De Pregrado De Ciclo Básico Recursos Naturales Renovables

Importancia de la guadua en el entorno

desde generaciones atrás, su uso más frecuente es en las zonas de clima cálido para realizar viviendas, material idóneo para trabajarse como estructura de tabiques incluso hasta el revestimiento formando un solo cuerpo de gran calidad, calidez visual aportando con el espacio a instalarse ya que es un material alternativo, ecológico, económico y lo que es muy importante, que existe en la región.

¿Porque Utilizar La Caña Guadua Como Material Para El Diseño Sustentable?

La sostenibilidad Considera que las actividades productivas del suelo y del elemento forestal sean aprovechadas ininterrumpidamente, causando la menor alteración al ecosistema como tal. Esta condición se cumple con el proyecto de producción de caña guadua, debido a que esta planta se regenera por partes vegetativas, provenientes de sus rizomas y semillas, elementos básicos para su multiplicación de forma perenne, no hace falta volverla a sembrar.

En nuestro país tenemos la posibilidad de aprovechar este gran recurso natural que beneficiaría a las comunidades en la creación de empleo, sembrando guaduales para comercializar el producto.

Para conocer la utilidad de la guadua hay que examinar diferentes aspectos:

Importancia ambiental

La guadua es una planta, que aporta múltiples beneficios para el ambiente y el ser humano; sus productos cuando son usados como elementos integrales de la construcción de tabiques divisores de espacios funcionan como reguladores térmicos y de acústica.

La caña guadua posee un sistema de raíces tan entretrejado que forma redes gigantescas debajo de la superficie, actuando como excelentes retenedores de los suelos evitando la erosión, protegiendo pendientes, riveras de ríos y quebradas, de la pérdida de tierra por acción del viento y del agua.



6. caña tratada para la instalación de un pasamanos. (Carlos Brito)

7. Un guadual mantiene la humedad de los suelos al almacenar gran cantidad de agua en sus tallos. (Carlos Brito)





8. uso del tallo de la guadua como maceta por su forma y por la estética. (Carlos Brito)

Las guaduas son grandes fijadores de carbono, debido al hecho de que después de su aprovechamiento transformación de madera en viviendas, muebles, artesanías, paneles, tabiques divisorios, etc. El carbono que la planta absorbió durante la fotosíntesis no se libera a la atmósfera sino que queda fijo en los artículos elaborados con la misma.

Es proveedor de fuentes de agua para consumo animal y humano, debido a que mantiene la humedad de los suelos al almacenar gran cantidad de agua en sus tallos (puede almacenar hasta 10 litros de agua) durante los tiempos de lluvia y regresándola al suelo a través de las raíces, en las épocas más secas. Además la sombra que proporciona su follaje protege las fuentes de agua de la evaporación.

En un guadual crecen otras plantas y allí se encuentra la riqueza de nuestra biodiversidad: insectos, aves, animales, etc.

Importancia sociocultural

Las comunidades incorporan como parte suya los objetos sobre los cuales actúan, luego de la acción los individuos pueden reconocerse en el objeto, es cuando se originan los afectos y la cultura, es por eso que, la guadua no se puede excluir fácilmente del paisaje, de la cotidianidad y de la memoria histórica de los pueblos, en especial de las zonas costeras del Ecuador.

Las condiciones favorables de sus propiedades físico-mecánicas, hacen que los tallos tengan muchos usos, a tal punto que los habitantes la utilizan en vivienda, utensilios de cocina, instrumentos musicales, construcción, puentes, canaletas, acueductos, es decir, llevan la guadua y sus usos a la cotidianidad. Sus usuarios se identifican como una cultura orgullosa de sus costumbres y sus ancestros.



9. Sillas de guadua, como ejemplo de uso cotidiano. (Carlos Brito)

Importancia económica

El uso de la guadua en la construcción y la industria permiten disminuir costos cuando es empleada como materia prima.

Para que el guadua se considere bien manejado es necesario que cumpla tres condiciones fundamentales: sostenibilidad, máxima productividad y rentabilidad.

Por tratarse de una planta perenne y con capacidad de regenerarse naturalmente, presenta altos rendimientos en volúmenes por hectárea y en tiempos relativamente cortos de aprovechamiento. La guadua es una especie nativa, patrimonio del país, con grandes posibilidades económicas.



10. Vivienda realizada con materiales naturales renovables, como la caña guadua y la madera, que visualmente hace más acogedora la estancia. (Carlos Brito)



► 11. Aprovechamiento de la guadua. Se corta un cierto porcentaje para que el guadua se pueda regenerar de manera natural. (Carlos Brito)



capítulo dos

CAÑA GUADUA







Conociendo el material

En este capítulo se desarrolla todo lo referente al estudio de la guadua, el concepto de lo que es una gramínea, los nombres con que se la conoce; la siembra, como crece la planta; cuándo y cómo se la cosecha, cómo se la preserva, y cómo se la inmuniza; incluyendo los tipos de uniones tradicionales, que nos servirán como referente en el momento de integrar los elementos que formaran la tabiquería modular.

Por esta razón es necesario que tanto los profesionales y los agricultores tengan un conocimiento extenso y detallado de su explotación y posterior transformación, para que este material se convierta en una herramienta innovadora para diseñar: ambientes y construcciones, que nos acerquen más a la naturaleza apreciando y respetando lo que tenemos en nuestro alrededor.

Antecedentes históricos



La guadua es un elemento tradicional y familiar en las culturas campesinas de muchos países sudamericanos. Es así que para el Ecuador es uno de los recursos naturales más importantes que tiene, su uso se remonta a épocas precolombinas, en la que era utilizada en artefactos para la pesca, caza, construcciones campesinas, fabricación de corrales y agricultura.



En la época de 1822, el botánico alemán Karl Sigmond Kunth analizó la guadua y la describió como un género segregado del género asiático bambusa⁴. Kunth utilizó el vocablo indígena "guadua" (hoja angosta) que era como las comunidades nativas de Ecuador y Colombia llamaban a este bambú.

Diferentes culturas alrededor de todo el mundo han utilizado el bambú en su vida diaria durante siglos. La especie de bambú más grande y extraordinaria, conocida como "*Guadua Angustifolia Kunth*", está considerada como una de las 20 mejores especies de bambú del mundo por sus características físicas, mecánicas y botánicas.

Guadua angustifolia se encuentra en estado natural en Ecuador, Colombia y Venezuela en donde forma colonias dominantes conocidas como "guadales" concentrados principalmente en la región Andina⁵.



► 12. Corral para las aves, mostrando la flexibilidad de la caña cuando está fragmentada. (Fuente: www.bambus-conbam.de)

▼ 13. Caña cortada por la mitad, que sirve como canal para transportar el agua hacia sus cultivos. (Fuente: www.guaduaibamboo.com)

◄ 14. La guadua utilizada en su forma cilíndrica como muro de contención que previene la caída de los terrenos. (Fuente: Metodología Para La Construcción De Vivienda Utilizando Como Material Principal El Bambú)

4. Tomado de: GUADUA: ARQUITECTURA Y DISEÑO./ VELEZ Simón, VILLEGAS Marcelo, LONDOÑO Ximena, 2004, Colombia.

5. Tomado de: "Desarrollo integral de la estructura de comercialización de la madera y productos de la madera en el Ecuador" INEFAN - Instituto Ecuatoriano Forestal, de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

Generalidades

La guadua, más conocida como “caña guadua”, “caña brava”, “guama” o simplemente como “caña”. Es una planta leñosa arborescente que pertenece a la familia del bambú, es una gramínea, un pasto gigante; por ser gramínea es familia de la caña de azúcar, del trigo, del arroz que forman nuestro diario vivir.

La guadua pertenece a:

Familia:	Poaceae o Gramineae
Subfamilia:	Bambúsoideae
Género:	Guadua
Especie:	Guadua angustifolia

Rápido crecimiento

Comparado con un árbol, los bambúes en general, y la guadua angustifolia en particular, son de rápido crecimiento y de mayor productividad, ha reportado incrementos de altura de 21cm por día, alcanzando su altura máxima (15 – 30m) en los primeros 6 meses, y su madurez entre los 3 y 5 años⁷, tiempo en que esta lista para producir sus primeras guaduas gruesas y comerciales y si se maneja adecuadamente, una vez establecida, puede ser productiva ilimitadamente.

Por lo general el ciclo de crecimiento de un bambú constituye una tercera parte del ciclo de un árbol de rápido crecimiento, y su productividad por hectárea es dos veces la del árbol. Además los bambúes emergen del suelo con su diámetro establecido, sin presentar incrementos en el diámetro con el tiempo, como sucede con los árboles.

El diámetro máximo reportado para guadua angustifolia es de 25cm y el promedio de 9 a 13 centímetros⁸.

Estudios realizados por la Unión Europea confirman que esta planta para su crecimiento y desarrollo necesita agua en mínima cantidad y que sus rizomas son una excelente protección contra los deslizamientos de tierra, porque sus raíces se entrelazan entre sí, fortaleciendo al terreno.



▲ 15. Ejemplar de bambú de la especie guadua angustifolia. (Carlos Brito)

6. Tomado de: Investigación Sobre La Caña Guadua, CASTAÑO y MORENO, 2004

7. Tomado de: GUADUA: ARQUITECTURA Y DISEÑO./ VELEZ Simón, VILLEGAS Marcelo, LONDOÑO Ximena, 2004, Colombia.

8. Tomado de: CORPEI (Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones) SUBSECTOR BAMBÚ DEPARTAMENTO DE PROMOCIÓN DE INVERSIONES. Guayaquil Diciembre/2005

Composición Botánica



16. Rizoma de la guadua.

Las Raíces⁹

El sistema radicular está formado por raíces, raicillas y por los rizomas, los mismos que corresponden a modificaciones del tallo, con la diferencia de que este crece hacia fuera y los rizomas son subterráneos. En el rizoma se encuentran las yemas, de cuya activación se generan nuevos rizomas y por tanto nuevos tallos.

El rizoma es la base principal del tallo y asegura su estabilidad, Además es el órgano almacenador de nutrientes.



17. Fibras longitudinales de la guadua.

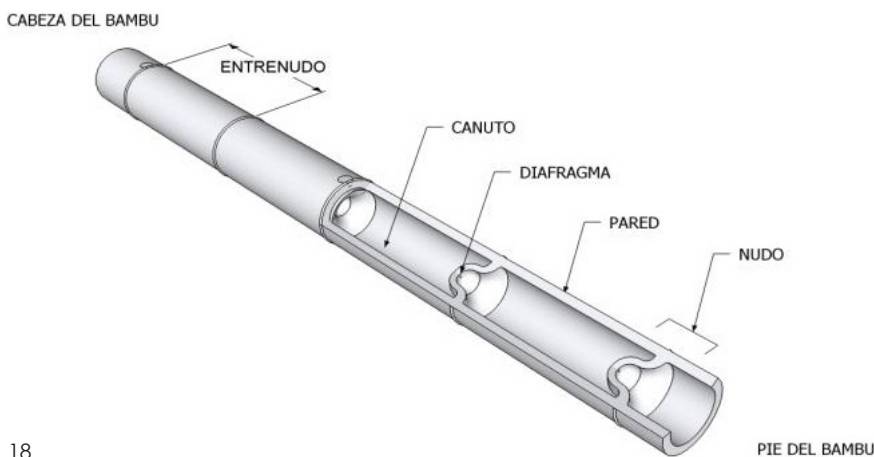
El tallo

Es de forma cilíndrica y cónica, con entrenudos huecos denominados canutos y nudos esparcidos de forma transversal que garantizan mayor rigidez, flexibilidad y resistencia de los tallos.

El culmo, tallo o guama, está formado por fibras longitudinales que de acuerdo a su edad (juvenil, hecha, madura) se lignifican entregándonos una extraordinaria resistencia en la parte maderable y en la cara exterior¹⁰.

Fibras

La alta resistencia longitudinal de las paredes de los entrenudos, se debe a que las fibras están dispuestas paralelamente. En los nudos las fibras se cruzan en todas las direcciones.



18

18. Corte longitudinal de un tallo, para conocer sus partes en el interior y exterior de la guadua.

9. Tomado de : RESISTENCIA AL CORTE PARALELO A ALA FIBRA DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA, TRUJILLO Nelson, JIMENEZ Diego, Universidad Nacional De Colombia, BOGOTÁ D.C. 2005

10. Imagen Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011

- Yemas

Las yemas están presentes en el tallo o culmo, en las ramas y en los rizomas o en las raíces que favorecen la reproducción y propagación vegetativa.

Por lo general las yemas de donde crecen las ramas se presentan una en cada nudo.

- Las ramas

Se originan en la línea nodal, por encima de esta. En el caso de la guadua hay una sola rama por nudo. A diferencia del tallo son macizas, en algunos casos se atrofian y son reemplazadas por unas espinas de 10 o 15 cm.



- Hojas De Follaje

Las hojas del follaje ubicadas en las ramas son de color verde, generalmente las hojas tienen la punta muy similar a una lanza, por lo tanto son hojas puntiagudas y lisas. Su longitud varía entre 8 y 20 cm. y su ancho está entre 1,5 y 3,5 cm



◀ 19. Nudo del tallo con la yema de las ramas (fuente: Estudio De Elementos Solicitados A Compresión Armados Por Tres Guaduas)

▼ 20. Brote de una rama espinosa en un nudo interior del tallo. (Estudio De Elementos Solicitados A Compresión Armados Por Tres Guaduas)

► 21. Hojas apicales en la parte superior del tallo forman el follaje. (Carlos Brito)





22. Hojas caulinares, protegen el tallo, desde su nacimiento hasta su madurez. (Carlos Brito)

• Hojas Caulinares

Estas hojas de color marrón o café claro, protegen al tallo y sus yemas, desde su nacimiento hasta su madurez, mientras un tallo conserva las hojas caulinares se lo considera como un brote o renuevo. Son de forma triangular, fuertes, provistas de pelusillas como sistemas de defensa. Las hojas caulinares se desprenden del culmo, cuando salen las ramas que brotan de las yemas.

• Flores

La guadua florece esporádicamente. Las floraciones esporádicas son aquellas que ocurren en intervalos irregulares, con o sin la muerte de la planta.

La guadua angustifolia presenta este tipo de floración con la particularidad de que no muere después de florecer y florece cada año generalmente asociada a fuertes veranos, no importando para ello la edad o el tamaño de la planta. Las flores están dispuestas en grupos, en los extremos de las ramas, son escasas y poco vistosas.



23



24

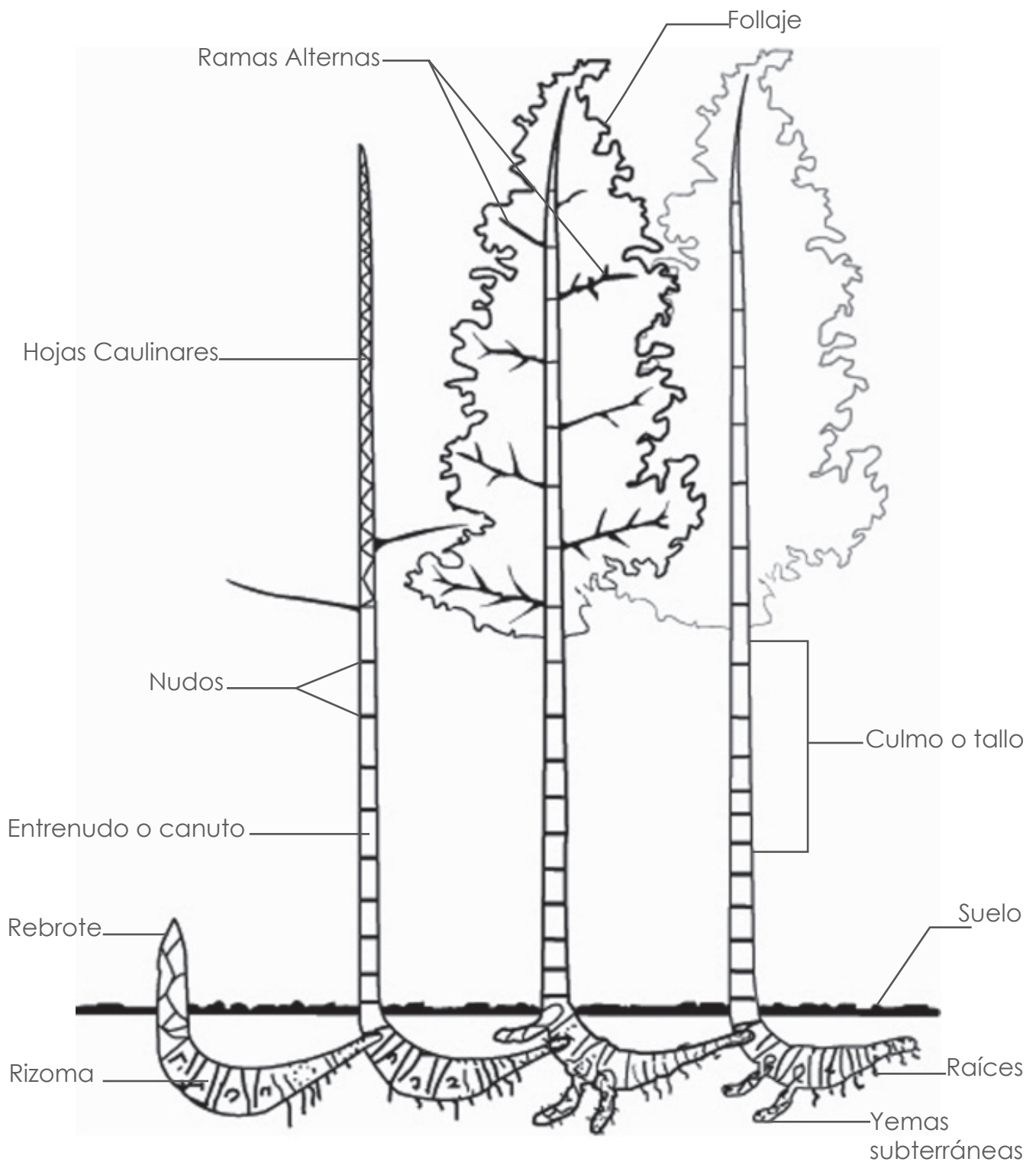
• Semillas

Las flores, generan espigas que luego se convierten en semillas que se asemejan a granos de arroz, por su forma, tamaño y cubierta.

23. Floración esporádica de la guadua. (Fuente: tesis fábrica de procesamiento del bambú)

24. Semillas que caen de las flores de la guadua. (Fuente: tesis fábrica de procesamiento del bambú)

Composición Botánica partes de la guadua



25. Partes Que Conforman La Caña Guadua. (Carlos Brito)

Ciclo de Vida

(Estado De Madurez)



Existen diferencias marcadas entre la caña y los árboles, entre las que sobresalen el diámetro y la altura, la caña nace con el máximo diámetro que va a tener a lo largo de su vida, (Carece de tejido de cambium, de allí que no tenga incremento en diámetro con el paso del tiempo) mientras que este puede disminuir con la altura pero no aumentar con los años. (La guadua obtiene su altura definitiva en los primeros seis meses de vida)¹¹

El aprovechamiento técnico de la caña, se basa en la extracción de un porcentaje determinado de guaduas maduras, para lo cual se debe conocer a detalle las "fases de desarrollo" de un guadual. A continuación una explicación de las mencionadas fases de desarrollo:

Rebrotos o renuevos:

Entre los 0 – 6 meses de edad. En esta etapa se los emplea en la elaboración de canastos, esteras y otros tipos de tejidos, en la cual el rebrote alcanza su máxima altura y diámetro.

En esta fase, la planta carece de ramas superiores, donde el tallo (culmo) está cubierto de hojas caulinares, los entrenudos son de color verde intenso y presentan dos bandas blancas en cada nudo. Se aconseja que los rebrotos o renuevos no deban cortarse porque se corta el ciclo de regeneración de la planta.



Guadua Juvenil, Verde o Viche:

Corresponde a la edad entre 6 meses a 3 años. Se la utiliza en la elaboración de tableros de esterilla, latas y cables hechos con cintas de bambú. En esta fase la guadua elimina las hojas caulinares, asoman ramas laterales que van a sostener las hojas de follaje, el cual aumenta progresivamente. La caña (culmo) sigue de color verde intenso con bandas blancas en los nudos.

11. Tomado de : RESISTENCIA AL CORTE PARALELO A LA FIBRA DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA, TRUJILLO Nelson, JIMÉNEZ Diego, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, BOGOTÁ D.C. 2005



Guadua madura o hecha:

Esta fase corresponde entre los 3 y 6 años de haber aparecido el rebrote. Son las únicas guaduas que se deben aprovechar, según los expertos forestales¹². Sus usos más frecuentes son: construcción de todo tipo de estructuras y fabricación de pulpa para papel, debido a las características de durabilidad y resistencia que presenta la planta en esta fase.

El tallo (culmo, caña) se torna de color verde oscuro, se cubre de manchas blanquecinas (que corresponden a hongos) y no hay hojas caulinares.

La sabiduría popular ha establecido que la madurez de la guadua, genera un sonido fino en el tallo cuando se golpea con una piedra o con el lomo del machete.



28

Guadua Sobremadura, Seca o Vieja:

Esta fase corresponde después de los 6 años en adelante¹³. Es una Guadua que no fue aprovechada en su momento, deja de ser productiva y tiende a rajarse muy fácilmente, no resiste ni siquiera los clavos, ni golpes muy fuertes con el martillo, se reconoce porque el tallo es de color blanquecino amarillento, el mismo que está cubierto por hongos y líquenes en su totalidad, y no hay presencia de follaje lo cual indica fisiológicamente que es inactiva.



29

▼ 26. (Página anterior) Rebrote también se lo conoce como cogollo, el nacimiento de una nueva planta. (Carlos Brito)

◀ 27. (Página anterior) Guadua juvenil edad entre 6 meses a 3 años. (Fuente: Manual Para El Manejo Y Aprovechamiento De Caña Guadua)

▼ 28. Guadua madura, se utiliza para la construcción por su resistencia. (Fuente: Manual Para El Manejo Y Aprovechamiento De Caña Guadua)

▶ 29. Guadua sobremadura ya no sirve para la construcción. (Manual Para El Manejo Y Aprovechamiento De Caña Guadua)

12. Tomado de: Investigación Sobre La Caña Guadua, CASTAÑO y MORENO, 2004

13. Tomado de: GUADUA: ARQUITECTURA Y DISEÑO./ VELEZ Simón, VILLEGAS Marcelo, LONDOÑO Ximena, 2004.

Silvicultura



30

En general, la silvicultura es la preparación del terreno, la siembra, riego, podado de maleza, entre otros cuidados, que mejoran la protección y producción a las plantaciones de guadua, para obtener como resultado un producto en óptimas condiciones, para que sea utilizado como material de construcción.

La importancia de esta etapa radica en que a través de ésta se busca una producción sostenida con el fin de satisfacer necesidades sociales, económicas y ambientales.



31

¿Dónde Sembrar Guadua?

Los lugares adecuados para sembrar guadua son:

1. La ribera de los ríos, para generar una futura protección de las cuencas de los ríos.
2. En las quebradas para protegerlas de la erosión y para aprovechar dichos terrenos, no aptos para otros cultivos.
3. En cualquier clase de terreno, entre el nivel del mar hasta los 1.500 metros de altura.

Factores Climáticos

Los factores climáticos contribuyen al crecimiento de los guaduales, teniendo gran importancia el suelo en donde se va a cultivar.

Suelos

Areno-limoso, arcillosos y francos, bien drenados y fértiles. Los suelos deben ser húmedos, permeables y preferentemente ricos en materia orgánica y que no sean inundables.

La mayoría de bambúes prefiere el hábitat húmedo de las selvas nubladas y las selvas bajas tropicales.

Algunas especies crecen en hábitat secos, pero ninguna clase de bambú en desierto.



32

▲ 30; 31; 32. Terrenos aptos para la siembra de la caña guadua donde crecerá con los nutrientes necesarios, que luego el suelo será beneficiado por la plantación de bambúes. (Carlos Brito)

Preparación Del Sitio De Siembra

Si el sitio presenta buenas condiciones se puede arar y rastrear, para que el suelo quede suelto y listo para la siembra se debe de utilizar las herramientas como un rastrillo y azadón. Estar limpios de obstáculos, piedras, raíces viejas y malezas.

recomendaciones para la Siembra

Para el establecimiento de plantaciones comerciales se recomiendan distancias de siembra de 5 x 5 metros y para plantaciones con fines conservacionistas distancias más cortas entre surcos y entre plantas¹⁴.

En el valle de yunguilla específicamente en el descanso del lobo (donde se visitó los manchones de caña guadua) los agricultores siembran en luna madura (luna llena) porque dicen que influye en el crecimiento y en la resistencia de las cañas "guamas" y la siembra se debe realizar en horas de la madrugada entre las 2 y 5 am para conseguir buenos frutos, en este caso guamas fuertes y resistentes.

Observación: El tallo de la planta debe quedar en forma vertical. Realizar el sembrado al inicio de la época de lluvias.

Si hay posibilidades de riego, se puede sembrar en cualquier época del año.

Rocería o Socola

Consiste en eliminar las malezas y repicar todo el material vegetal, pero, cuidando los árboles maderables que existan dentro del guadua, también, se eliminan todas las guaduas secas y deformes para permitir un mayor ingreso de luz, y favorecer la salida de nuevos rebrotes.

Al principio la guadua produce brotes delgados en forma abundante, aunque no es conveniente amontonar tanto tallo al guadua, por lo que se debe podar la mata periódicamente los tallos que se presenten delgados y secos.

Tiempo de cosecha

La cosecha se realiza cuando la guadua ha llegado a un estado de madurez óptimo.

Esto ocurre aproximadamente 4 años después de sembrada. El conocimiento sobre el momento apto para el corte, está basado en los siguientes parámetros:

- La aparición de líquenes sobre el culmo
- El color verde- amarillo que presenta el culmo
- El color gris que presenta el entrenudo



▲ 33. Luego de remover el terreno, se debe de colocar los chusquines; que son las plantas pequeñas de la guadua en las distancias indicadas para que sus raíces puedan entrelazarse. (Carlos Brito)

▼ 34. Limpieza del guadua.
(Fuente: Estudio De Elementos Solicitados A Compresión Armados Por Tres Guaduas)



▼ 35. Guaduas maduras listas para ser cortadas y utilizarlas en la construcción.
(Carlos Brito)



14. Tomado de: "Aprovechamiento sustentable del recurso Bambú en el Ecuador"; Andrea Castro - Patricia Ricle; Trabajo de fin de Carrera, PUCE - FAD; Quito - Ecuador, 2001

Época ideal para la cosecha

▼ 36. Fases lunares (fuente: 2008 Fases de la Luna).



luna nueva

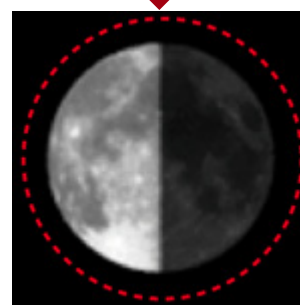


cuarto creciente



luna llena

Período Para El Corte



cuarto menguante



▲ 37. Un buen corte preserva la planta para su propagación futura. (Carlos Brito)

▼ 38. Corte equivocado de la guadua. (Carlos Brito)



Con la colaboración de la gente campesina del sector de yunguilla, los testimonios de la gente conocedora de la agricultura coinciden que se debe cosechar la caña entre el primero y tercer día de luna tierna (cuarto menguante) y en horas de la madrugada, entre las 12 y las 6 de la mañana. Porque en estas condiciones la cantidad de humedad de la planta es menor, lo que permite tener un material de mejor calidad y más resistente a insectos y otro tipo de daños.

Recomendaciones para el corte:

- El corte debe ser entre 30 y 40 cm por encima del suelo y después de un nudo, evitando la formación de depósitos de agua, en menguante y a la madrugada que es cuando las guaduas tienen menor contenido de agua y menor concentración de carbohidratos, lo que las hace más resistentes a los ataques de insectos.
- Si va a ser utilizado como elemento estructural debe ser cortado en la edad adulta.
- El corte se hará de manera "limpia" para no lastimar el tallo, el instrumento utilizado debe estar bien afilado. Deberá hacerse con sierra o serrucho.
- Después del corte se necesita un período de curado con el objetivo de expulsar la sabia que se encuentra al interior del tallo y para ello es necesario dejar los tallos en el campo de corte de forma vertical, sin quitar sus ramas y evitando el contacto con el suelo, aquí se dejarán unos 4 a 8 días.



Secado de la guadua

Es necesario realizarlo ya que evita las deformaciones, rajaduras, y cambios dimensionales en obra. Los organismos biológicos no viven en las cañas donde su grado de humedad está por debajo del 15%. Las propiedades de resistencia aumentan en una caña de bajo contenido de humedad. El secado puede hacerse al aire libre o bajo techo pero libre de cierres, unos 60 días, también usando calor a partir de una estufa o a fuego abierto, teniendo mucho cuidado de que este sea moderado para que no se raje los culmos, será de 2 a 3 semanas en estufa¹⁵.

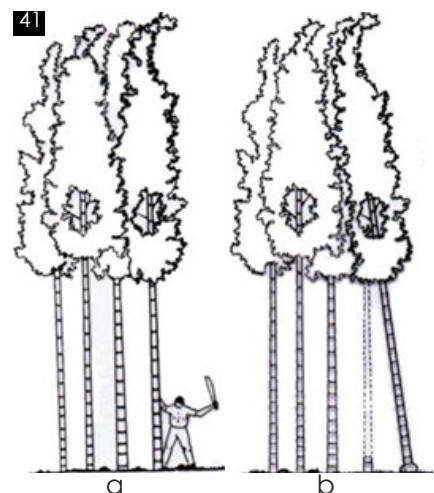
Preservación De La Guadua (Tratamientos Químicos)

Para un buen aprovechamiento de este recurso natural, se debe tratar de preservar en el cultivo y en el almacenamiento con la ayuda de productos químicos que lo protejan de plagas de insectos xilófagos (Insecticidas) y de hongos (Funguicidas). Estos productos por lo general ya vienen mezclados y se consiguen fácilmente en el comercio. Deben ser solubles en agua para una mejor impregnación y que no afecte la estructura de la guadua, sus propiedades físico-mecánicas, ni su apariencia (color, superficie).

Durante los últimos años se han probado varios métodos químicos, uno de los que más se practica y tiene mejores resultados es:

Método de transpiración de las hojas

Una vez que se realiza el corte, aprovechando el método del curado en la mata, se coloca el tallo en posición vertical y se cambia la piedra por un recipiente que contenga un preservativo (5% de DDT y talco), en el cual se deja sumergido un extremo del tallo, dicho preservativo es absorbido hacia arriba por la transpiración de las hojas; se mantiene durante el tiempo de curado.



◀ 39. Secado de guadua en forma inclinada al aire libre. (Fuente: Manual Para El Manejo Y Aprovechamiento De Caña Guadua)

▼ 40. Secado de la Guadua bajo techo.

► 41. Método de transpiración de las hojas. (Fuente: Manual Para El Manejo Y Aprovechamiento De Caña Guadua)

15. Tomado de: (S/A, S/F) Construcciones Agrícolas- Aprovechamiento de la Guadua. (<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/Guadua.htm>)

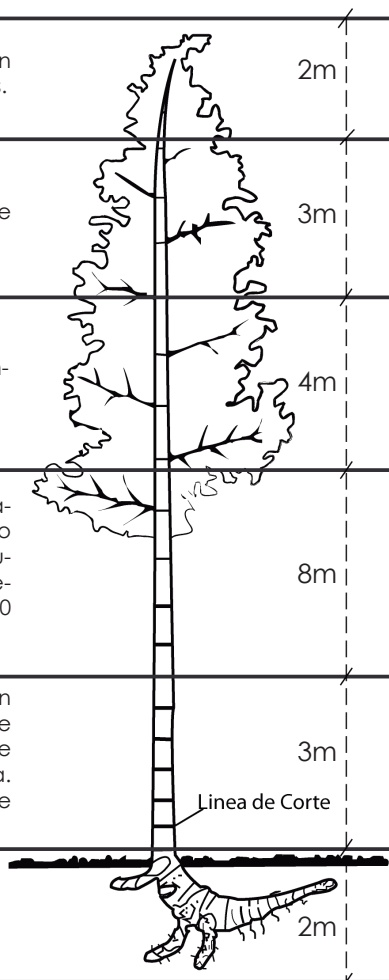
Partes Comerciales

La caña guadua se divide por partes según su resistencia, su diámetro, longitud, su consistencia estructural y el grosor de sus paredes.

Todas las partes de la guadua son comerciales porque se utilizan en trabajos desde artesanías, mobiliario hasta en construcción, cada sección de la caña se lo conoce con nombres específicos en el mercado, estos son: Rizoma, Cepa, Basa, Sobrebasa, Varillon, y Copa.

▼ 42. Partes comerciales de la guadua, descripción y utilización. (Carlos Brito)

PARTE	DESCRIPCION	UTILIZACION
Copa	Es la parte apical de la guadua, con una longitud entre 1.20 a 2.0 metros.	Se pica en el suelo del guadua como aporte de materia orgánica
Varillon	Sección de menor diámetro. Su longitud tiene aproximadamente 3.0 metros	Generalmente se utiliza en la construcción como apuntalamientos y como soporte (correa) para disponer tejas de barro o paja.
Sobrebasa	El diámetro es menor y la distancia entre nudos es un poco mayor comparada con la basa. La longitud es de aproximadamente 4.0 metros.	Utilizada como elemento de soporte en estructuras de concreto de edificios en construcción (puntal).
Basa	Parte de la guadua que posee mayores usos, debido a que su diámetro es intermedio y la distancia entre nudos es mayor que en la cepa; tiene una longitud aproximada de 8.0 metros	Si el tallo es de buen diámetro se utilizan también para columnas, además de esta sección se elabora la esterilla, la cual tiene múltiples usos en la construcción. Es el tramo más comercial de la Guadua.
Cepa	Es la sección base del culmo con mayor diámetro, la distancia de sus entrenudos es corta, lo cual le proporciona una mayor resistencia. Su longitud es aproximadamente de 3.0 metros	Se utiliza para columnas y refuerzos en construcción. Tiene buen comportamiento a esfuerzos de flexión, gracias a la corta distancia entre nudos.
Rizoma	Es el tallo subterráneo, que conforma el soporte de la planta. Las raíces o rizomas se pueden encontrar hasta 2.0 m de profundidad.	En decoración, muebles, artesanías de mayor dimension y juegos infantiles.



Clasificación de los bambúes en Ecuador

Los bambúes se dividen en dos grupos: Los herbáceos u Olyrodae y los leñosos o Bambusodae.

La mayoría de especies que se agrupan en géneros, y que se encuentran en Ecuador son los bambúes leñosos. Estos presentan tres formas o biotipos denominados vulgarmente: cebolla, macana, y castilla¹⁶

Los biotipos o formas se han diferenciado de acuerdo con las características morfológicas externas, costumbres campesinas, terminología vernácula y condiciones propias de desarrollo de la planta.

Guadua Macana:

- Presenta coloración blanca debido al recubrimiento de un tejido blanquecino, reticulado y de tipo arenoso, que esta esparcido a lo largo del entrenudo y más concentrado al nivel del nudo; los nudos son rectos.
- Tiene acanaladura visible y prolongada hasta más allá de la mitad del entrenudo.
- Diámetros pequeños: 70 mm – 150 mm
- Espesor: 12 mm
- Se desarrolla en suelos con pocos nutrientes de humedad baja.
- El suelo debe presentar pendientes pronunciadas.

Guadua Cebolla:

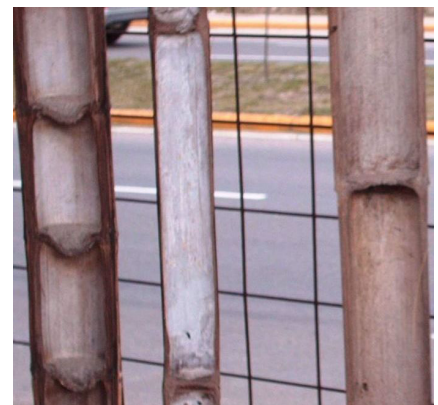
- Menor cantidad de tejido duro, menor cantidad de haces fibro-vasculares.
- Diámetros en la parte media de la cepa mayores de 100 mm, espesores de 10 mm.
- En corte longitudinal de culmos en estado adulto, la coloración interna es amarillenta, no hay presencia de tejido blanquecino y los nudos son convexos en el sentido del crecimiento del tallo.
- Se desarrolla en suelos ricos en nutrientes con alta humedad.
- El suelo debe presentar pendientes bajas.

Guadua Castilla:

- Presenta diámetros grandes: 180 mm – 350 mm.
- Espesor: 150 mm
- Se desarrolla en suelos húmedos y ricos en nutrientes



43. Guadua macana. La especie que más abunda en Ecuador (Carlos Brito)



44. Guadua cebolla. (Carlos Brito)



45. Guadua castilla. (Carlos Brito)

16. Tomado de: "Desarrollo integral de la estructura de comercialización de la madera y productos de la madera en el Ecuador" INEFAN - Instituto Ecuatoriano Forestal, de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Ventajas y desventajas del uso del **bambú en la construcción**

VENTAJAS¹⁷

- Su forma circular y su sección hueca lo hacen un material liviano, fácil de transportar y de almacenar, lo que permite la construcción rápida de estructuras temporales o permanentes.
- Los bambúes no tienen corteza o partes que puedan considerarse como desperdicio.
- En cada uno de los nudos del bambú hay un tabique o pared transversal que además de hacerlo más rígido y elástico evita su ruptura al curvarse; por esta característica es un material apropiado para construcciones anti-sísmicas.
- La constitución de las fibras de las paredes del bambú permite que pueda ser cortado transversal o longitudinalmente en piezas de cualquier longitud, empleando herramientas manuales sencillas como el machete.
- La superficie natural del bambú es lisa, limpia, de color atractivo y no requiere ser pintada, raspada o pulida.
- El bambú puede emplearse en combinación con todo tipo de materiales de construcción como elementos de refuerzo.
- Del bambú pueden obtenerse diversos materiales para enchapes tales como esterres, paneles contrachapados, etc.
- El bambú continua siendo el material de construcción de más bajo precio.

DESVENTAJAS

- El bambú en contacto permanente con la humedad del suelo presenta pudrición y aumenta el ataque de termitas y otros insectos; por ello no deben utilizarse como cimiento por enterramiento a menos que se trate previamente.
- El bambú una vez cortado es atacado por insectos como *dinoderus minutus* que construye grandes galerías en su pared debilitándolo. Por ello, una vez cortado debe someterse inmediatamente a tratamientos de curado y secado.
- El bambú es un material altamente combustible cuando está seco; por ello debe recubrirse con una sustancia o material a prueba de fuego.
- El bambú cuando envejece pierde su resistencia si no se trata apropiadamente.
- El bambú no tiene diámetro igual en toda su longitud, tampoco es constante el espesor de la pared por lo que algunas veces presentan dificultades en la construcción.
- El bambú al secarse se contrae y se reduce su diámetro; esto tiene implicaciones en la construcción.
- Las uniones de miembros estructurales no pueden hacerse a base de empalmes, como en la madera, lo que implica dificultades como material de construcción.
- El bambú por su tendencia a rajarse no debe clavarse con puntillas o clavos que generalmente se emplean en la madera.

Muchas de las desventajas anotadas anteriormente pueden ser superadas con la aplicación de preservantes apropiados, con un diseño estructural apropiado y siguiendo las normas apropiadas para la preparación y combinación con otros materiales de construcción.

17. Tomado de: "Nuevas Técnicas de Construcción con bambú", HIDALGO LÓPEZ, Oscar. Estudios técnicos colombianos Ltda. 1978.



Análisis de datos y pruebas

que respaldan a la guadua como material de construcción

Para trabajar con un material que es un recurso natural de nuestro medio hay que familiarizarnos de forma completa; saber su reacción frente a pruebas realizadas, y guiados por pruebas en laboratorios, podemos estar seguros de que el material es confiable.

PROPIEDADES MECANICAS Y FÍSICAS

Aunque las propiedades mecánicas de la guadua dependen de la especie botánica a la que pertenece, la resistencia a compresión, tracción y flexión también dependen de la edad de corte de la planta, la sección del culmo que se utilice y de las propiedades físicas como son la humedad, la densidad básica, el peso específico y la densidad seca al aire¹⁸.

REQUISITOS DE RESISTENCIA

ESFUERZOS ADMISIBLES

Para tener seguridad de que la guadua sirve para ser utilizado como material de construcción en el diseño de tabiquería modular, se han obtenido datos de pruebas realizadas en laboratorios y que están avalados por el PROYECTO NORMATIVO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ del Perú / 2011. (Estas normas son admitidas en Sudamérica).

Estos datos hacen referencia a las propiedades mecánicas de la guadua y los esfuerzos admisibles (aceptables) que están permitidos realizar con la guadua, y que además son datos representativos para el uso de la guadua en este proyecto; sabiendo que es adecuado el uso del bambú, como se muestra en los cuadros a continuación¹⁹:

Las pruebas han sido realizadas con culmos de 3 a 5 años de edad

ESFUERZOS ADMISIBLES				
FLEXION (fm)	TRACCION PARALELA (ft)	COMPRESION PARALELA (fc)	CORTE (fv)	COMPRESION PERPENDICULAR (f'c [⊥])
5 Mpa (50 Kg/cm ²)	16 Mpa (160 Kg/cm ²)	13 Mpa (130 Kg/cm ²)	1 Mpa (10 Kg/cm ²)	1.3 Mpa (13 g/cm ²)

fm esfuerzo admisible de flexión en la dirección paralela a las fibras
ft esfuerzo admisible de tracción en la dirección paralela a las fibras
fc esfuerzo admisible de compresión paralela a las fibras
fv esfuerzo admisible por corte en la dirección paralela a las fibras
f'c[⊥] esfuerzo admisible de compresión perpendicular a las fibras
MPa mega pascal

18. Tomado de: ORDÓÑEZ CANDELARIA Víctor Rubén / PERSPECTIVAS DEL BAMBÚ PARA LA CONSTRUCCION EN MEXICO / madera y bosques, año/vol. 5, número 001 / Instituto de ecología A.C. / Xalapa México pp.3-12 / 1999.

19. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011

Módulo de elasticidad



46. Caña guadua, sometida a pruebas de flexión. Aplicación de carga sobre el elemento con un riel de carga el cual tiene una longitud de 1.20 metros y un peso de 40 Kilos.



47. Pruebas de laboratorio con elementos de bambú entre la edad de 3 a 5 años con máquinas especializadas para calcular sus propiedades físicas y mecánicas. (Carlos Brito)



Los módulos de elasticidad que deberán usarse en el diseño con elementos de bambú, son los que se han establecido²⁰:

MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)	
E_{PROM}	E_{MIN}
9500 Mpa (95000 Kg/cm ²)	7300 Mpa (73000 Kg/cm ²)

E_{MIN} módulo de elasticidad mínimo.

E_{PROM} menor de los módulos de elasticidad promedio para las especies de bambú.

MPa mega pascal.

De acuerdo con la información presentada por el profesor Janssen²¹ que ha realizado aportaciones valiosas en sus investigaciones sobre la caña guadua, y estos datos coinciden con pruebas realizadas en Colombia y está acreditada por la Universidad Javeriana²²; en estos informes se muestran valores de diseño de los materiales estructurales más comunes comparados con el bambú, en estos datos, es evidente que los valores para concreto corresponden al material sin refuerzo.

La siguiente tabla muestra las propiedades mecánicas de diferentes materiales estructurales comparados con el bambú.

20. Tomado de: AIS ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SÍSMICA. Manual de Construcción Sismo Resistente de Viviendas en Bahareque Encementado. 2001. Publicación con el auspicio de la Fundación Corona.

21. Tomado de: Propiedades mecánicas del bambú presentadas por el profesor JANSSEN Y MOHMOD en The Mechanical properties of bamboo used in construction. Eindhoven University of Technology, Netherlands, 1980.

22. Tomado de: GÓMEZ, Carlos y RUBIO, Fabio. Esfuerzos de trabajo para elementos estructurales en guadua (Bambusa Guadua). Bogotá 1990. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil.



Características técnicas

Para el bambú estructural

PROPIEDADES DE DISEÑO DE DIFERENTES MATERIALES ESTRUCTURALES Y DEL BAMBÚ					
MATERIAL	RESISTENCIA DE DISEÑO (R) (Kg/cm ²)	MASA POR VOLUMEN (M) (Kg/cm ³)	RELACIÓN DE RESISTENCIA (R/M)	MODULO DE ELASTICIDAD (E) (Kg/cm ²)	RELACION DE RIGIDEZ (E/M)
Concreto	82	2400	0.032	127400	53
Acero	1630	7800	0.209	2140000	274
Madera	76	600	0.127	112000	187
Bambú	102	600	0.170	203900	340

Revisando los valores de resistencia presentados en las tablas, se observa que el bambú tiene propiedades mecánicas muy altas con relación a la madera y aun con el concreto. Esto le da un potencial estructural excelente.

Además como en todo material, se debe de tener el mayor cuidado a la hora de utilizar y de instalar el bambú guadua, con las siguientes características técnicas la caña puede ser usada de forma estructural²³:

- La edad de cosecha del bambú estructural debe estar entre los 4 y los 6 años.
- El contenido de humedad del bambú estructural debe corresponderse con el contenido de humedad de equilibrio del lugar.
- El bambú estructural debe tener una buena durabilidad natural y estar adecuadamente protegido ante agentes externos (humos, humedad, insectos, hongos, etc.).
- Las piezas de bambú estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de la longitud del elemento. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana y observar si existe separación entre la superficie de apoyo y la pieza.
- Piezas de bambú con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del tronco no serán consideradas como aptas para uso estructural.
- Las piezas de bambú estructural no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos antes de ser utilizadas.
- No se aceptan bambúes que presenten algún grado de pudrición.

23. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13. 05. 2011



capítulo tres

UNIONES EN LA CAÑA GUADUA





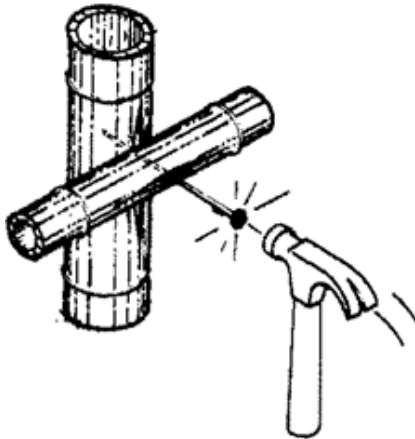


En el presente capítulo se realizara un análisis de los tipos de uniones y ensamblajes más utilizados por las personas que trabajan con la caña guadua para realizar estructuras, basarnos en sus experiencias y en los resultados que han tenido estos sistemas en sus construcciones.

Después de este procedimiento, se obtendrá un estudio base y bien definido, que nos servirá más adelante para realizar: el diseño de tabiques modulares con la caña guadua, como el material principal, teniendo como resultado divisores de espacios prácticos y funcionales.

Para ello, los tipos de unión, es un componente clave para el diseño y la construcción, y tienen que ser explicados a detalle.

Antecedentes



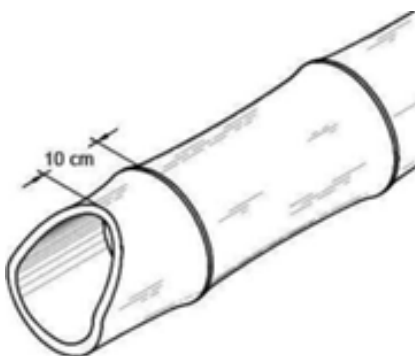
▲ 48. Forma incorrecta para fijar piezas horizontales (Fuente: Manual De Construcción Con Bambú. HIDALGO LOPEZ Oscar)

Tradicionalmente lo más común era unir dos guaduas de una manera muy manual; con cuerdas, o con un pasador, incluso con clavos (*aunque Las uniones clavadas deben usarse solamente para ajuste temporal del sistema durante el armado y no deben tenerse en cuenta como conexiones resistentes entre elementos estructurales*).

Estas uniones son económicas, sencillas y fáciles de hacer, pero sin embargo estos tipos de uniones son demasiado débiles y por lo tanto no permiten aplicar grandes fuerzas.

Las principales intersecciones o puntos de encuentro del material en la estructura, se resuelven a partir de uniones mecánicas, antes de la realización de estas uniones primero se deben realizar los respectivos cortes al material.

TIPOS DE CORTES

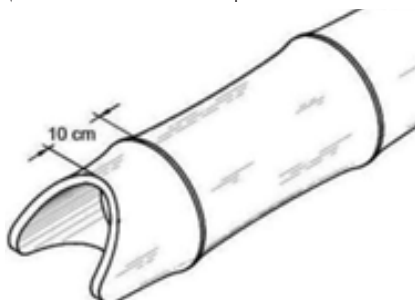


▲ 49. Corte pico de flauta

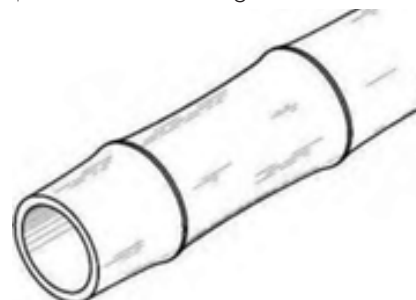
Los tres tipos de cortes más utilizados para la fabricación de uniones con elementos de guadua son: corte recto, corte boca de pescado y corte pico de flauta.

Corte pico de flauta— Este corte se utiliza para acoplar guaduas que llegan en ángulos diferentes a 0° y 90° , se puede hacer como una boca de pescado inclinado o con dos cortes rectos.

▼ 50. Corte boca de pescado



▼ 51. Corte recto de guadua

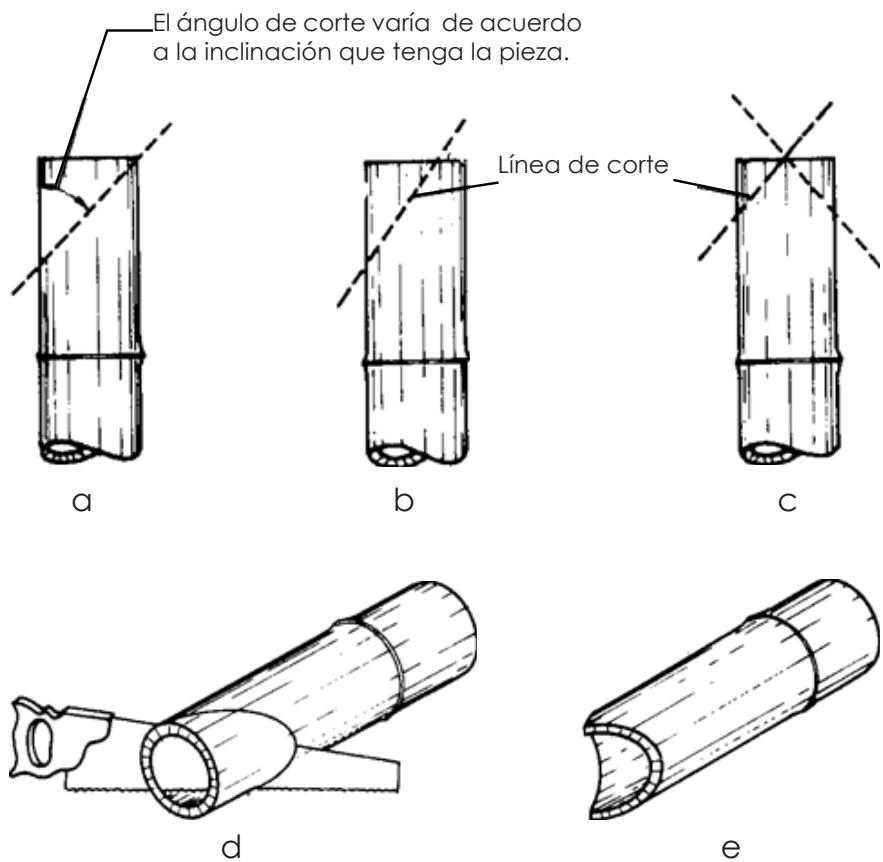


Corte boca de pescado²⁴— Corte cóncavo transversal al eje de la guadua, generalmente se utiliza para acoplar dos elementos de guadua.

Corte recto— Corte plano perpendicular al eje de la guadua.

24. Tomado de: REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10 TÍTULO G — ESTRUCTURAS DE MADERA Y ESTRUCTURAS DE GUADUA, Bogotá, D. C., COLOMBIA, 2010

ELABORACIÓN de los tipos de corte

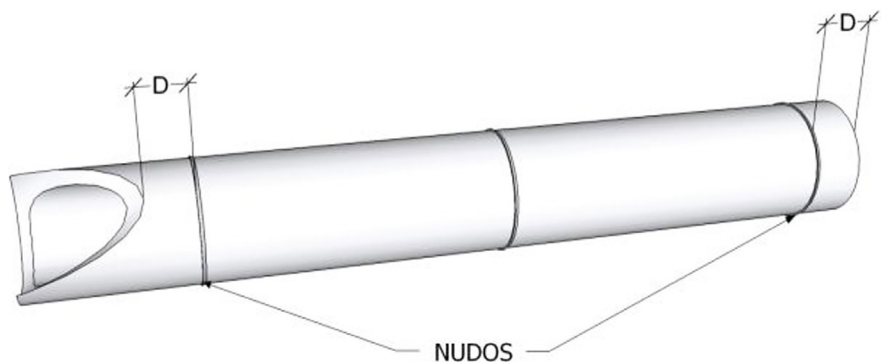


► 52. Trazado y cortado para realizar la entalladura boca de pescado.

Para poder unir dos o más piezas de bambú²⁵

estas se deben de cortar de forma que quede un nudo entero en cada extremo o próximo a él, a una distancia máxima $D = 10\text{cm}$ del nudo.

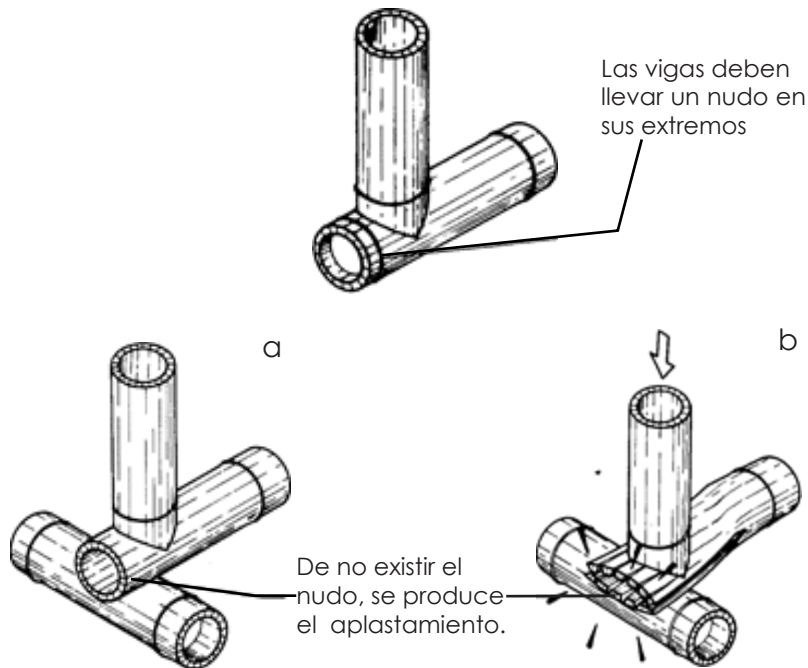
► 53. Distancia que se debe tener entre las uniones y los nudos de la guadua.



25. Tomado de: MANUAL DE CONSTRUCCION CON BAMBU. López Hidalgo Oscar / CIBAM / Universidad Nacional de Colombia Facultad de Artes.

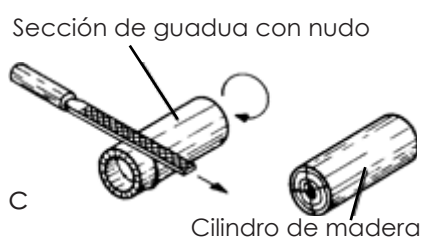
26. Figura Tomado de: REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE / Estructuras De Madera Y Estructuras De Guadua / Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica / Bogotá, D. C., COLOMBIA 2010

Forma de evitar el aplastamiento en los extremos de vigas²⁷

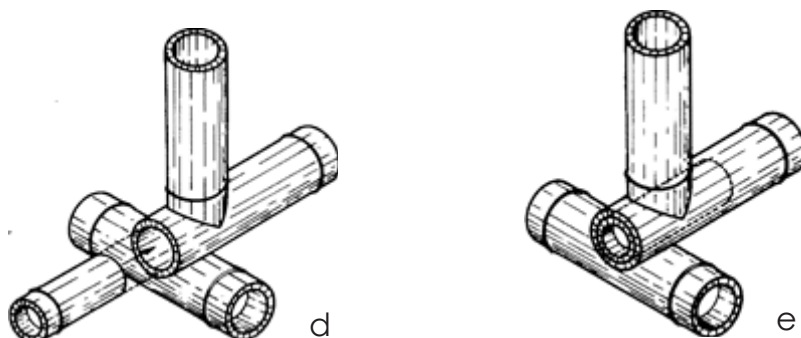


Las guaduas que se utilizan como travesaños o vigas tanto en la parte inferior como superior, deben cortarse de tal forma que quede un nudo en cada extremo o junto a él, de lo contrario las cargas verticales transmitidas por columnas apoyadas en los extremos de la viga pueden producir su aplastamiento.

◀ 54. Cuando no tiene la caña un nudo cerca de sus extremos, se produce el aplastamiento.



De no ser posible que un nudo coincida con uno de los extremos de la viga, debe introducirse en este un cilindro de madera o una sección corta de guadua que tenga uno o dos nudos y el mismo diámetro que el del interior de la viga. Si el nudo de la sección sobresale debe limarse.



◀ 55. Forma de evitar el aplastamiento en los extremos de los travesaños.

27. Tomado de: MANUAL DE CONSTRUCCION CON BAMBU. López Hidalgo Oscar / CIBAM / Universidad Nacional de Colombia Facultad de Artes.



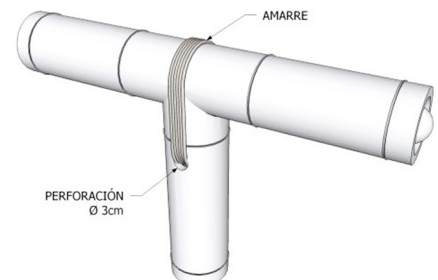
TIPOS DE UNIONES

ENTRE PIEZAS DE BAMBÚ GUADUA

Unión Amarrada

Este tipo de ensamble es resistente, porque se utiliza el corte de boca de pescado en el bambú que esta vertical, esto se hace para evitar el deslizamiento del amarre, al mismo tiempo mantener firme y estable a las dos guaduas que se encuentran en este punto. La perforación que se realiza cerca del nudo debe ser de 0.3cm para pasar el amarre que envuelve a los bambúes.

Se puede usar otros materiales no metálicos como: sogas, cueros, plásticos u otros similares²⁸.

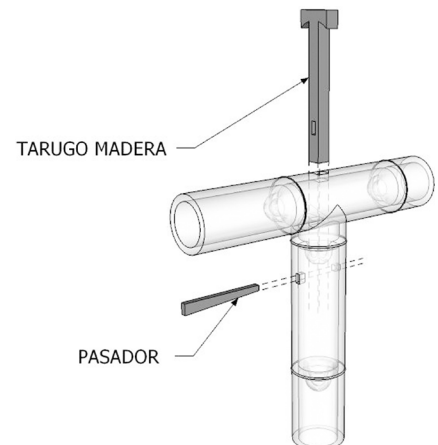


▲ 56. Unión Amarrada con soga o yute, la combinación de estos materiales hace que esta unión se utilice para las cabañas con un ambiente más rústico. (Fuente: de la referencia N° 28)

Unión Con Tarugos De Madera

Se utiliza para unir dos elementos de caña guadua que se encuentren perpendicularmente.

Las piezas que forman la unión por lo general son de madera, pero también se puede realizar con otros materiales, como el metal... Esta unión es muy laboriosa, por la forma que hay que modelar a los elementos de unión, pero vale la pena conocer su funcionamiento ya que sujeta bien a las guaduas y para desarmar basta con quitarle el pasador o seguro. Podemos observar que se usa el corte boca de pescado por la eficacia que tiene para trabar a las piezas.

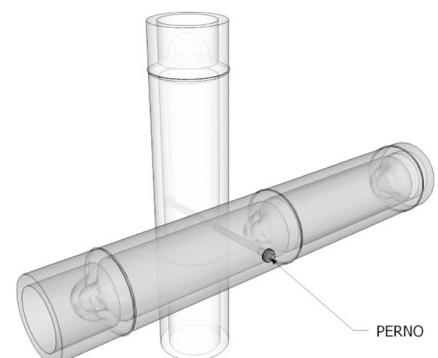


▲ 57. Unión con tarugos. (Fuente: de la referencia N° 28)

Unión Con Pernos

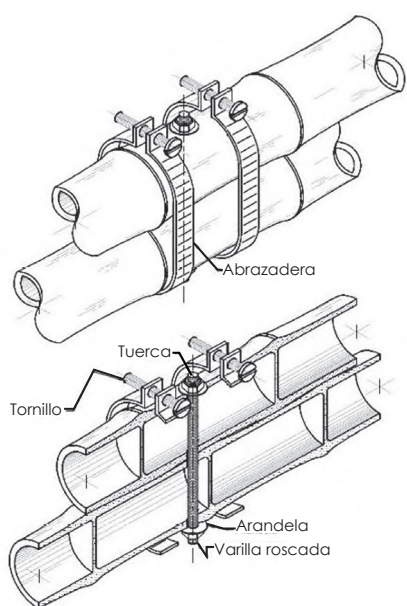
Se coloca a las piezas a unirse de modo que un perno metálico o una barra roscada atraviese por el eje central de los bambúes. Luego para apretar la unión se coloca primero una arandela para que la tuerca que se enrosca en el perno no dañe la caña.

Esta unión es recomendable utilizarla en estructuras que vayan a soportar esfuerzos mínimos o su propio peso; ya que no es estable porque la pieza horizontal no está sujeta en el extremo superior de la caña que está en forma vertical, lo único que la sostiene es el perno, y si aplicamos una fuerza hacia abajo el bambú guadua tiende a romperse o trisarse.



▲ 58. Unión con perno pasado entre las guaduas. (Fuente: de la referencia N° 28)

28. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011



▲ 59. Unión Pernada Con Abrazadera O Zuncho metálico.
(imagen Tomada de: REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE / Estructuras De Madera Y Estructuras De Guadua / Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica / Bogotá, D. C., COLOMBIA 2010)

▼ 60. Ejemplo de Vaciado de mortero en el entrenudo de la guadua.



Unión Pernada Con Abrazadera O Zuncho

Esta unión nos sirve cuando se van a unir elementos que están paralelos. Las piezas quedan firmes ya que como primer paso la varilla roscada pasa por el medio y las ensambla, seguido de las abrazaderas que no permiten la separación y el deslizamiento entre los elementos conectados.

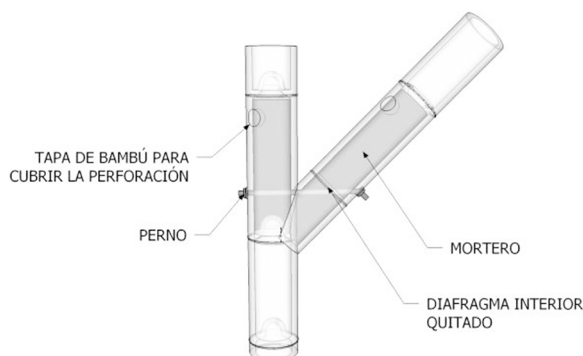
Las abrazaderas o zunchos pueden ser de materiales resistentes como correas plásticas, abrazaderas de cuero, abrazaderas de sogá con amarre, o como las que se muestran en el gráfico que son metálicas y tienen un tornillo como sistema para graduar la presión con la que se sujeta al asegurar la unión, (tipo brida).

Unión Con Mortero

Se utiliza cemento cuando un entrenudo está sujeto a una fuerza de aplastamiento.

La calidad del mortero de cemento para el relleno de los entrenudos deberá ser en una proporción máxima de 1:4 (cemento – arena gruesa) debiendo ser lo suficientemente fluido para llenar completamente el entrenudo.

Para vaciar el mortero, debe realizarse una perforación con un diámetro de 4cm como máximo, en el punto más cercano del nudo superior de la pieza de bambú. A través de la perforación se inyectará el mortero presionándolo a través de un embudo o con la ayuda de una bomba.



◀ 61. Unión con mortero, usando el corte de pico de flauta con una inclinación de 45°. Aplicado a las uniones que están sometidas a compresión.

(Fuente: Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011)

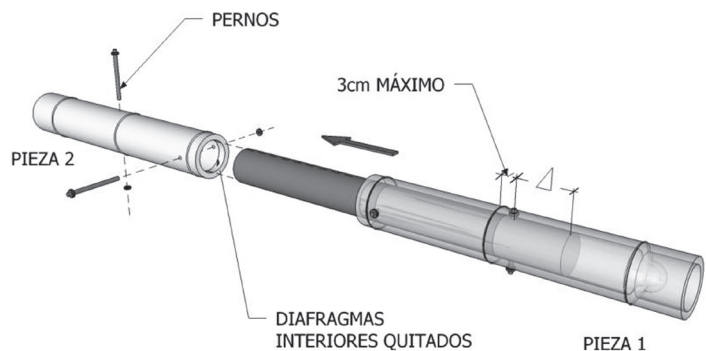
Uniones Longitudinales

Para unir longitudinalmente, dos piezas de bambú, se deben seleccionar piezas con diámetros similares y unirlos mediante elementos de conexión, como puede ser:

Unión Longitudinal Con Pieza De Madera

Dos piezas de bambú se conectan mediante una pieza de madera y se deben unir con dos pernos de 9 mm como mínimo, perpendiculares entre sí, en cada una de las piezas.

Los pernos estarán ubicados como máximo a 30mm de los nudos²⁹

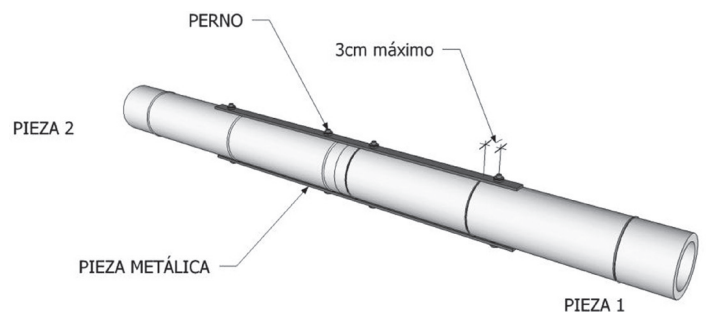


▲ 62. Unión Longitudinal Con Pieza De Madera (Fuente: de la referencia N° 29)

Union Longitudinal Con Dos Piezas Metálicas

Dos piezas de bambú se conectan entre sí mediante dos elementos metálicos, sujetos con pernos de 9mm como mínimo, paralelos al eje longitudinal de la unión.

Los pernos estarán ubicados como máximo a 30mm de los nudos.

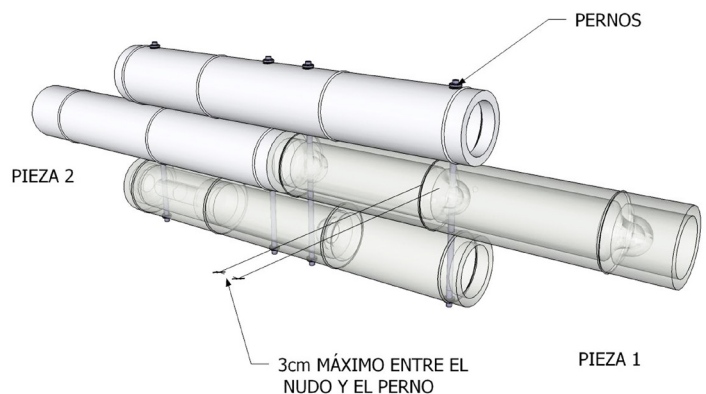


▲ 63. Unión Longitudinal Con Dos Piezas Metálicas (Fuente: de la referencia N° 29)

Unión Longitudinal Con Dos Piezas De Bambú

Dos elementos de bambú se conectan entre sí mediante dos piezas de bambú, sujetos con pernos de 9mm como mínimo, paralelos al eje longitudinal de la unión.

Los pernos estarán ubicados como máximo a 30mm de los nudos.



▲ 64. Unión Longitudinal Con Dos Piezas De Bambú. (Fuente: de la referencia N° 29)

29. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011

PROYECTOS REALIZADOS CON CAÑA GUADUA

Para empezar con un análisis de los sistemas de unión, que se han descrito anteriormente, debemos empezar por ejemplos arquitectónicos ya construidos y que han dado buen resultado, tanto en Sudamérica como en nuestro territorio como una muestra del manejo del material utilizado.

Se realizara una recopilación de diseños de viviendas, empezando desde los cimientos hasta terminar con la cubierta, explicando a detalle su construcción. Como muestra de un impecable manejo de la caña guadua se tiene proyectos de vivienda en Colombia donde aprovechan al máximo el potencial de este recurso, ya que gozan de abundancia del producto y la creatividad de los constructores profesionales han llevado a que este país se destaque en nuevas propuestas de construcción, y lo que es relevante es el detalle en las uniones que practican para el adelanto de las edificaciones ecológicas.

Proyecto de Viviendas Ciudad Alegría

El proyecto del Arq. Juan Carlos Moreno Coriat se enfoca en la búsqueda de opciones distintas a las convencionales de concebir el espacio arquitectónico y urbano, en este caso un proyecto de vivienda para las familias damnificadas por el sismo de 1999 en Colombia³⁰, que es una muestra de arquitectura realizada con materiales como la caña, piedra y tierra, que también son recursos naturales de la zona y que combinados forman viviendas bien estructuradas.

30. Tomado de: <http://www.todoarquitectura.com> (portal de arquitectura, ingeniería, diseño y construcción).



Ficha tecnica

Nombre: Proyecto de Viviendas Ciudad Alegría

Grupo diseñador: Arquitectos Juan Carlos Lorza Ceballos, Freddy Gómez Haya, Juan Carlos Moreno Coriat.

Localización: Municipio de Montenegro, Departamento del Quindío, Colombia

Descripción: Solución de viviendas para familias de arrendatarios afectadas por el sismo de 1999 en Colombia.

Total final: 323 viviendas.

Materialidad:

Los materiales predominantes del conjunto son:

Cimientos: Hormigón armado.

Estructura: Caña guadua.

Pisos: Hormigón pulido y Madera.

Paredes: Barro enlucido pintado de blanco.

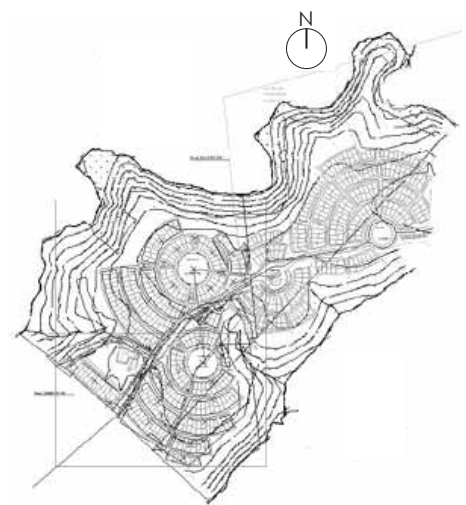
Ventanerías: madera aserrada y vidrio claro.

Cubierta: esterilla de caña cubierta con manto asfáltico para impermeabilizar

Promotor: Fondo para la Reconstrucción del Eje Cafetero Colombiano FOREC

La utilización de la guadua para estructurar el conjunto de las viviendas es primordial para el proyecto.

La cimentación para el levantamiento de las viviendas ha sido realizada de acuerdo a las normas de construcción que se rigen al construir una vivienda con caña guadua, es decir una cimentación con hormigón, logrando con esto tener estabilidad total para el inmueble y asegurando calidad en la construcción.



65. Planta General. Disposición de las manzanas en rondas, entorno a un centro abierto. (Fuente: de la referencia N° 30)



66. Vista aérea del conjunto. (Fuente: de la referencia N° 30)



67. Vista General De Las Viviendas En Construcción. (Fuente: de la referencia N° 30)

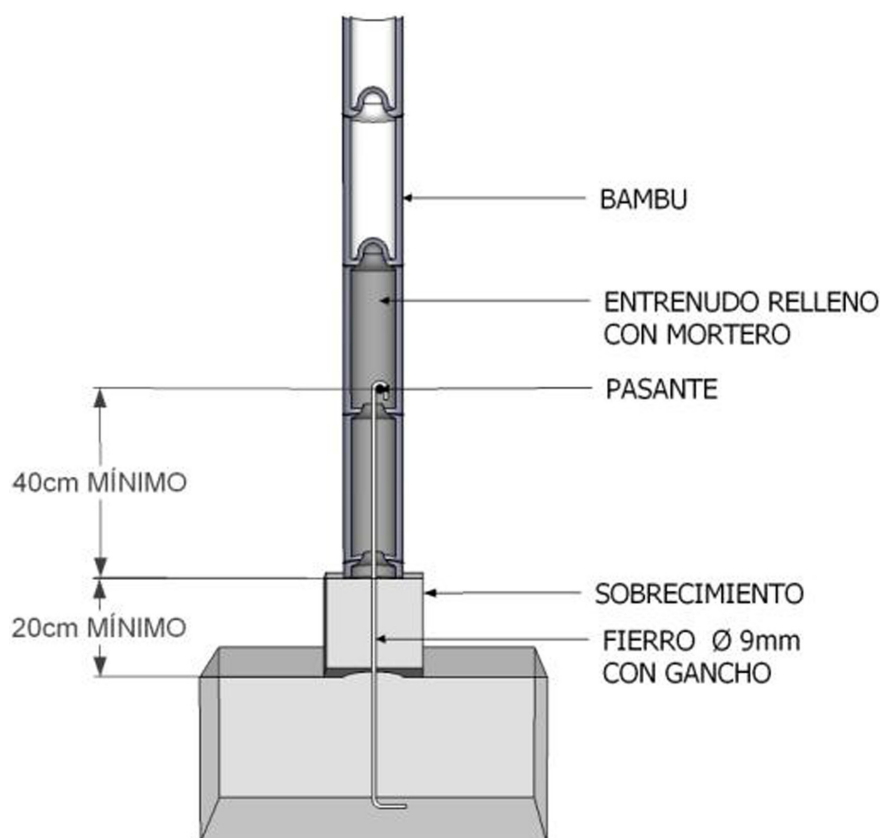


Cimentación

Para realizar viviendas de caña guadua se necesita de bases sólidas, las cimentaciones son hechas de hormigón.

En el sobre-cimiento que está encima del suelo, resalta unas varillas de $\varnothing 9\text{mm}$ con un gancho en su parte superior, que están empotradas desde la cimentación.

Estas varillas sirven para unir el sobre-cimiento con las guaduas que sirven como las columnas, por las cuales se distribuye la carga de toda la vivienda.



Para unir la estructura de guadua con la cimentación, se utiliza el ensamble de la varilla empotrada que sale a la superficie unos 40cm, y este entra en la guadua que se asegura con un pasante para trabar la estructura, luego se hace el relleno de los entrenudos con mortero 1:4 (cemento – arena gruesa), quedando listas las columnas para poder armar las paredes.

◀ 68. Detalle de unión entre sobrecimiento y columna. (Fuente: Estructuras De Madera Y Estructuras De Guadua / Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica / Bogotá, D. C., COLOMBIA 2010)

Unión Entre Sobre-cimiento Y Muros

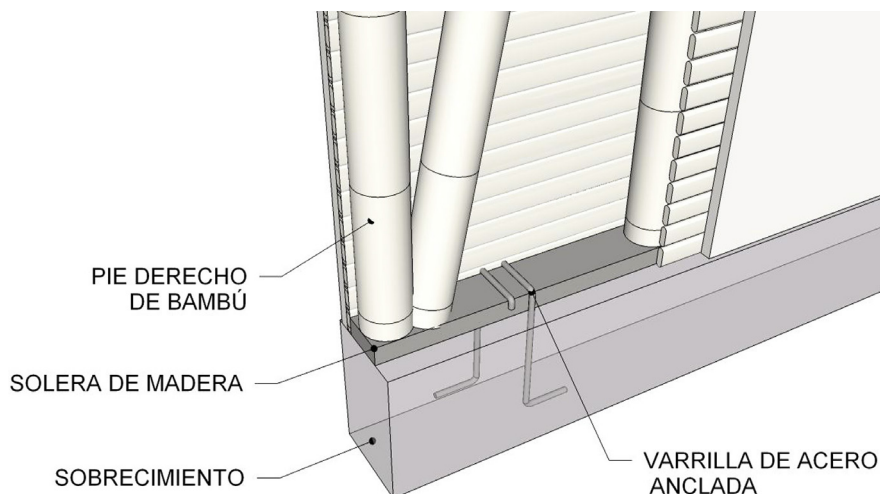
Para realizar los muros que dan forma a la vivienda, estos tienen una estructura en la cual se distribuye la carga muerta como el entrepiso, los recubrimientos de las mismas paredes y la cubierta.

Esta unión es muy importante para poder unir de manera correcta las paredes con el sobre-cimiento, las soleras se fijan a los cimientos con barras de fierros roscadas, fijadas a éstas, con tuercas y arandelas

Cada muro debe tener como mínimo dos puntos de anclaje conectados a la cimentación o al sobre-cimiento mediante conectores metálicos. Los puntos de anclajes no pueden estar separados a una distancia superior a 2.50m

En caso de las puertas habrá un punto de anclaje en ambos lados³¹.

La madera debe separarse del concreto o de la mampostería con una barrera impermeable.



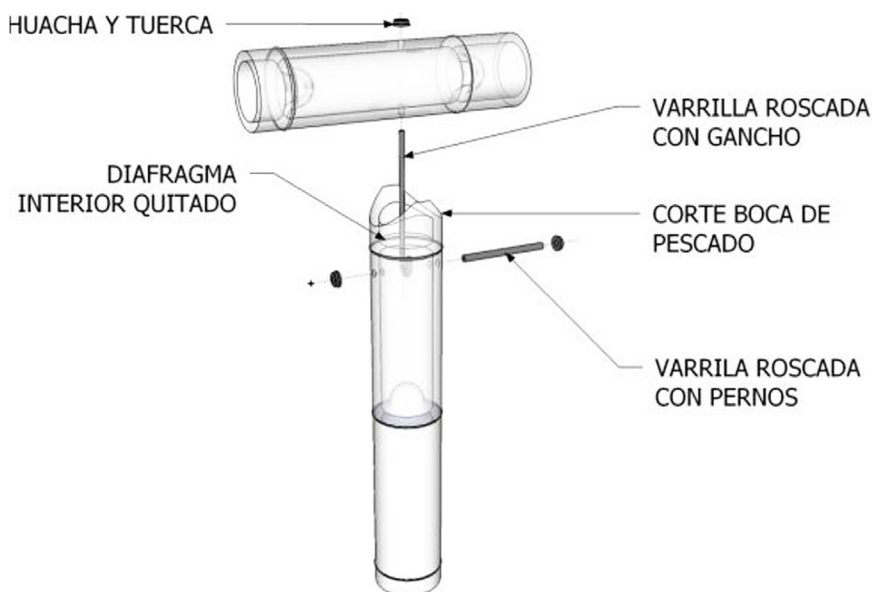
▲ 69. Unión entre sobre-cimiento y la estructura de los muros, con varilla de acero anclada. (Fuente: de la referencia N° 31)

31. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011

Union En Muros Con Puertas Y Ventanas



En la construcción de los muros que tienen acceso para la circulación bien sea de las personas o para el paso de la luz y ventilación, los vanos de las puertas y ventanas son elaborados mediante una unión perpendicular con perno, y para que la unión sea firme se realiza el corte boca de pescado en los extremos de las cañas. Se coloca una varilla roscada con un gancho en el otro extremo, el mismo que entra en la caña que está en posición vertical. La varilla se sujeta con el perno pasado que le atraviesa perpendicularmente quedando firme la unión entre ambas piezas.



◀ 70. Detalle de unión perpendicular con perno, usando el corte boca de pescado. (Fuente: de la referencia N° 31)

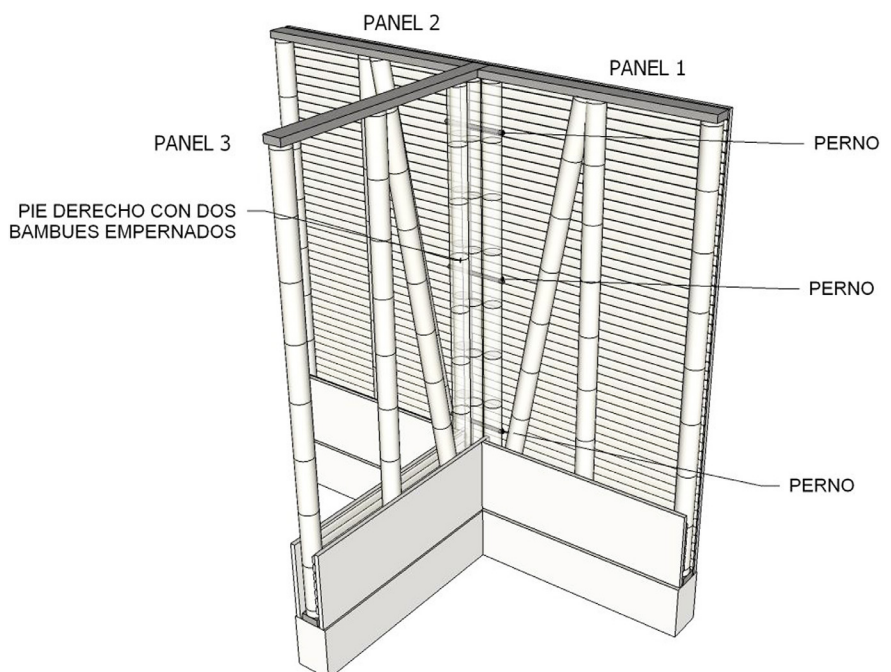
Union Entre Muros

La unión entre los paneles que son la estructura de los muros o paredes se deben de acoplar de manera horizontal y respectivamente en el mismo punto se une un muro de manera perpendicular, entonces el sistema de unión entre los tres paneles se ejecuta mediante pernos o zunchos.

En este caso la unión es realizada con pernos pasados, y en estas uniones por los entrenudos que pasen los pernos, se debe de llenar con mortero de cemento.

Aunque esto depende si es un muro estructural se necesita de cemento o si es el caso de que son solo paneles divisorios basta con la unión de pernos pasados.

Debe tener como mínimo tres conexiones por unión, colocadas a cada tercio de la altura del muro. El perno debe tener, por lo menos 9mm de diámetro³²



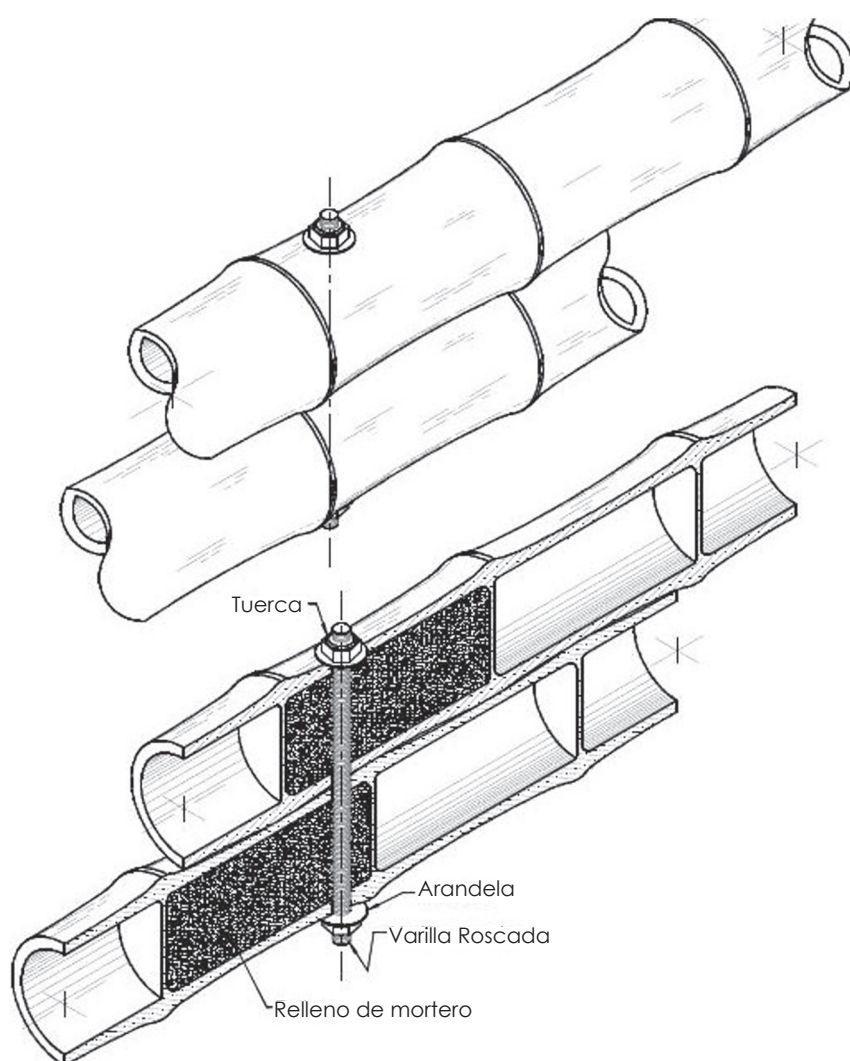
► 71. Unión entre muros; lineal y perpendicular (Fuente: de la referencia N° 32)

32. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011



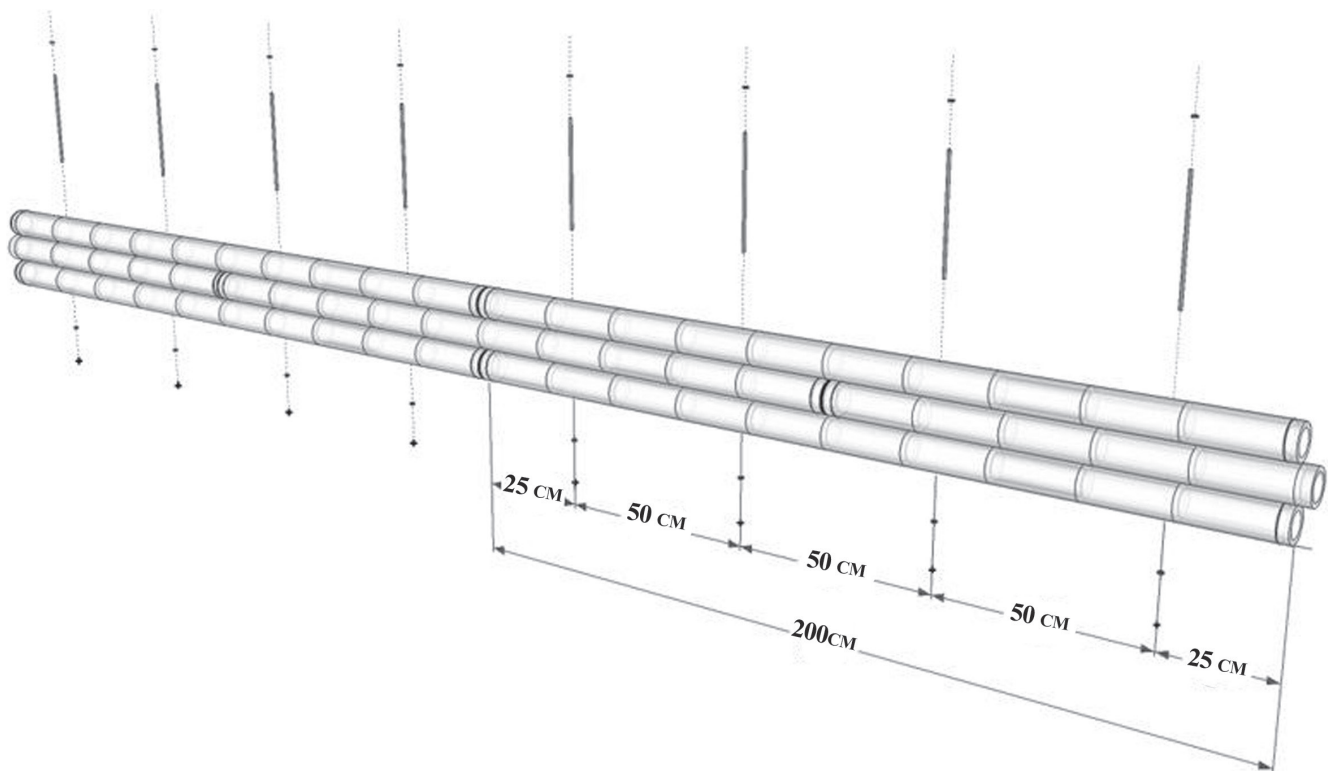
Vigas Y Entrepiso

Para realizar el entrepiso y formar las vigas se utiliza la Unión Pernada Embebida Con Mortero³³, este método combina el perno pasado por los bambúes para unir a las piezas y además se rellena con mortero para proporcionar mayor resistencia frente a los esfuerzos externos como el mobiliario que se coloca en la parte superior del entrepiso, y el peso que ejercen las personas en la vivienda.



◀ 72. Unión entre cañas horizontales paralelas con perno pasado y los canutos rellenos de mortero. (Fuente: de la referencia N° 33)

33. Tomado de: REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE / Estructuras De Madera Y Estructuras De Guadua / Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica / Bogotá, D. C., COLOMBIA 2010)



Distancia de la unión entre las vigas del entrepiso

Se debe de realizar este procedimiento cuando este tipo de unión se va a utilizar en lugares que van a soportar cargas concentradas en áreas pequeñas, como por ejemplo para armar las vigas de un entrepiso, en este caso el relleno de los entrenudos debe de ser compartido según el largo del bambú (cada 50cm) y en los extremos es más cerca para soportar las cargas puntuales (cada 25cm)³⁴.

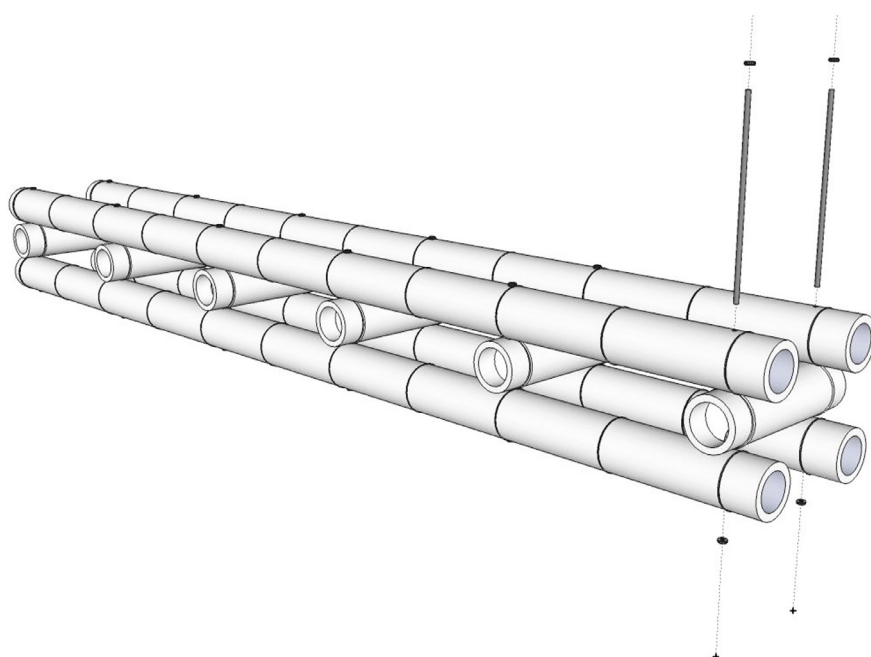
▲73. Detalle de unión de vigas para entrepiso y distancia de los entrenudos que van rellenos de mortero. En todo lo largo se aplica la Unión Longitudinal Con Dos Piezas De Bambú. (Fuente: de la referencia N° 34)

34. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011



Vigas cruzadas

Otro modo de colocar las vigas del entrepiso es por piezas de bambú superpuestas, (como se indica en el gráfico) esto quiere decir que las uniones de las piezas de bambú en las vigas compuestas, deben ser alternadas, soporta igual de bien que el método anterior, esto ya depende del diseño que se quiera conseguir, ya que en este caso las vigas que se encuentran en el medio del conjunto de vigas sirvieron además de ser estructurales como detalle estético para la vivienda pues se ha dejado a la vista cortado las guaduas al ras de los nudos, de esta forma no se acumula agua y el detalle le da un toque elegante y realza el trabajo con el bambú guadua.



◀ 74. Otra alternativa para colocar las vigas de guadua es que vayan intercalada la fila del medio, este sistema tiene igual resistencia que el de vigas colocadas en la misma dirección.
(Fuente: de la referencia N° 35)

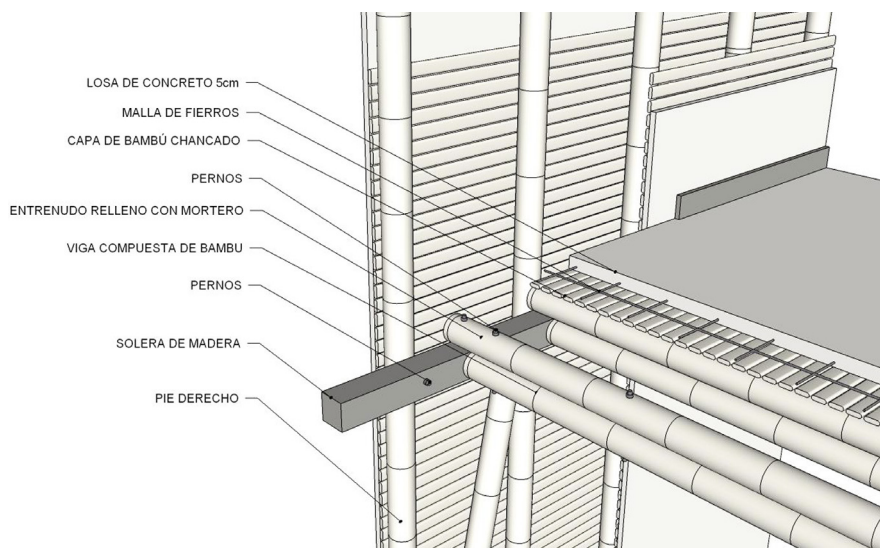
Alternativas de acabado para un entrepiso de guadua

Losa de concreto

Se puede realizar un entrepiso de losa de concreto de espesor de 5cm³⁵.

Para formar la losa de cemento, se debe colocar una malla electro soldada levantada 2cm de la caña chancada, para que pueda ser los nervios de la losa, luego para hacer la fundición la malla quedara cubierta de cemento 2cm en la parte baja y 2cm en la parte superior. Para que tenga un acabado pulcro se puede aplicar la técnica de cemento pulido.

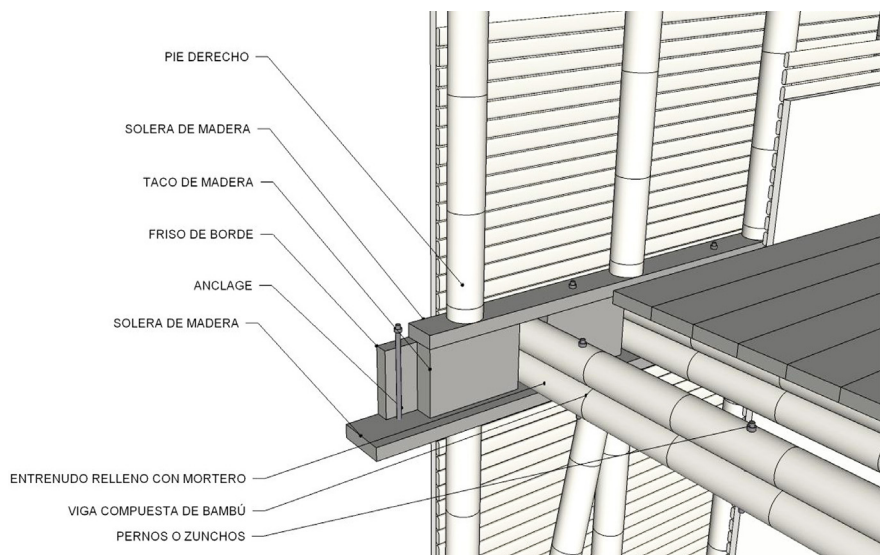
► 75. Entrepiso de vigas de guadua usando losa de concreto para su acabado final. (Fuente: de la referencia N° 35)



Un entrepiso de madera

El recubrimiento del entrepiso puede ser con materiales livianos con peso máximo de 120Kg/m² como el entramado de madera, se coloca las tiras de madera acerrada y se clavan en la estructura.

► 76. Entrepiso de vigas de guadua usando entramado de madera para su acabado final. (Fuente: de la referencia N° 35)

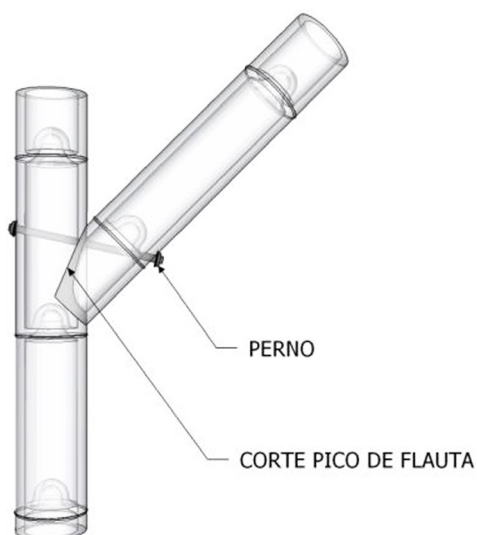
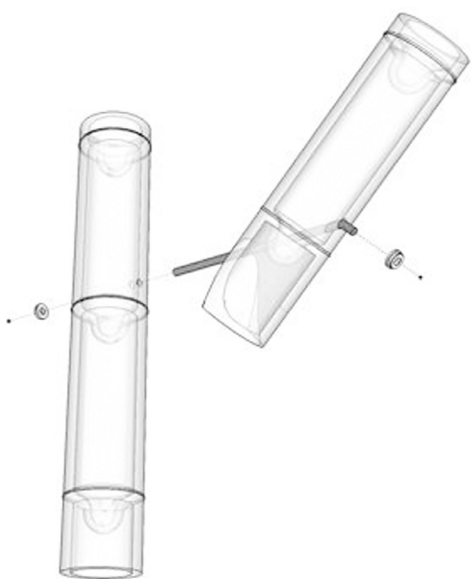


35. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011



Union En Volado De Entrepiso

Para que haya una carga puntual a los soportes diagonales que están anclados directo a la columna y distribuyen el peso que soportan del entrepiso se ha utilizado la unión diagonal que se sujeta con un perno pasado que atraviesa a la columna y a la pieza diagonal, de igual forma se une en la parte superior y finalmente se rellena los canutos de mortero de cemento con una proporción máxima de 1:4 (cemento – arena gruesa)³⁶ para que pueda ser una mezcla bien disuelta ya que gracias al cemento la guadua puede soportar el peso del entrepiso que se encuentra en voladizo y se podrá evitar rajaduras en los entrenudos de la caña guadua.



◀ 77. Unión diagonal con perno pasado.
(Fuente: de la referencia N° 36)

36. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011

Unión Diagonal Con Bambú De Apoyo

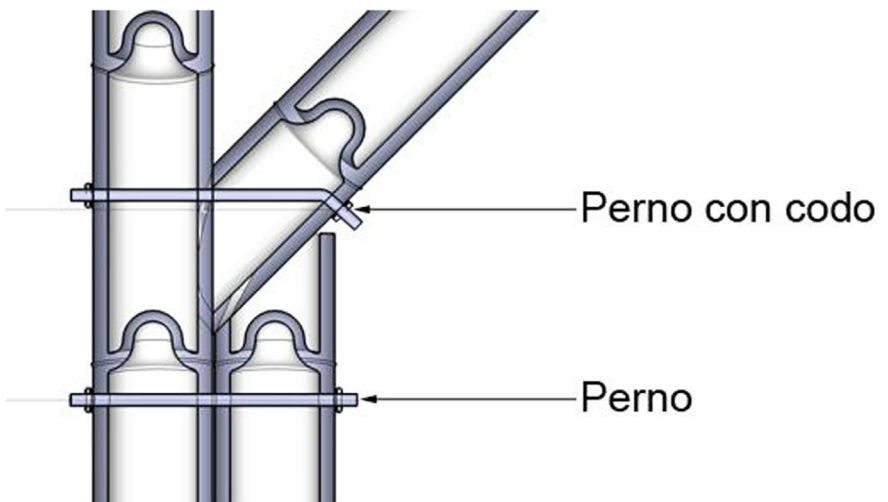
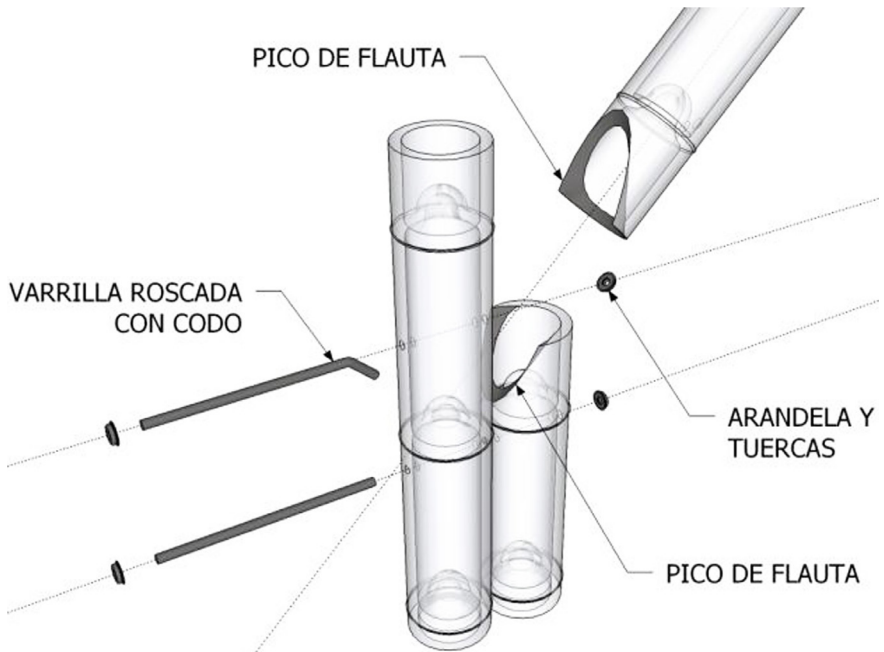
En este sistema, se coloca una pieza de bambú en diagonal para estructuralmente formar un triángulo entre una carga horizontal, (como puede ser un entrepiso o una cubierta), la columna que lo sostiene y la diagonal que sirve de refuerzo y distribuye la fuerza hacia toda la estructura.

Para que no se debilite la columna por el apoyo del elemento diagonal se ha colocado un bambú de apoyo que se une con la columna y es en este donde la diagonal tiene su apoyo formando un elemento que trabaja bien según a la presión que soporta.

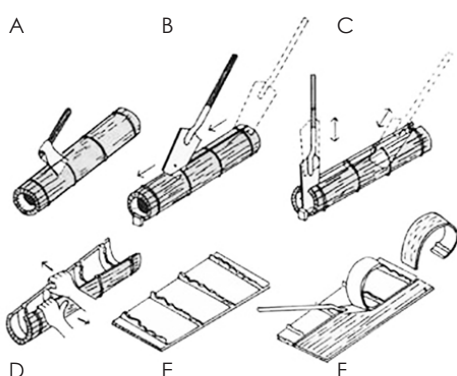
La unión está constituida por varillas roscadas que atraviesan por el eje central de las guaduas, apretando la unión con arandelas y tuercas.

Para el acople preciso entre las piezas de guadua que se encuentran en el mismo punto se realiza el corte de pico de flauta, y para evitar rajaduras en la guadua, se rellena los canutos de mortero de cemento.

► 78. Unión diagonal con bambú de apoyo combinando los pernos pasados con el relleno de cemento en los canutos. (Fuente: de la referencia N° 36)



La caña guadua como Recubrimiento para los muros



La caña guadua se puede utilizar de distintas formas tanto de manera rolliza como en forma de tablero que se conoce como bambú chancado, esta presentación de la caña se utiliza para el recubrimiento de los muros, dejándolo a la vista como único recubrimiento y la segunda opción es que sirva como soporte para que pueda agarrar un nuevo recubrimiento como puede ser cemento o barro.

Tableros De Esterilla Proceso



A.- La sección se coloca en el suelo o entre dos o más soportes según su longitud. Con la ayuda de una hacha se hacen incisiones profundas alrededor de cada uno de los nudos y perpendicular a ellos, con una separación entre 1 y 3 cm³⁷.

B.- Después con la ayuda de una pala se abre longitudinalmente por uno de los lados.

C.- Rompiendo al mismo tiempo los tabiques interiores.

D.- Luego se abre la esterilla con las manos o parándose sobre sus bordes a la vez que se camina sobre ellos. Una vez aplanada se remueve la parte interior o más blanda esto es para evitar que la madera sea atacada por los insectos.

E.- F.- La parte blanca interior debe removerse para evitar que la esterilla sea atacada por los insectos, y finalmente para que la esterilla esté terminada, se debe tratar con inmunizantes.



◀ 79. Proceso para obtener los tableros de esterilla o caña chancada. Fuente: de la referencia N° 37 y editado por el investigador)

37. Tomado de: HIDALGO LÓPEZ, Oscar : Bamboo, the gift of the gods 2003

Recubrimiento De Muros Estructurales

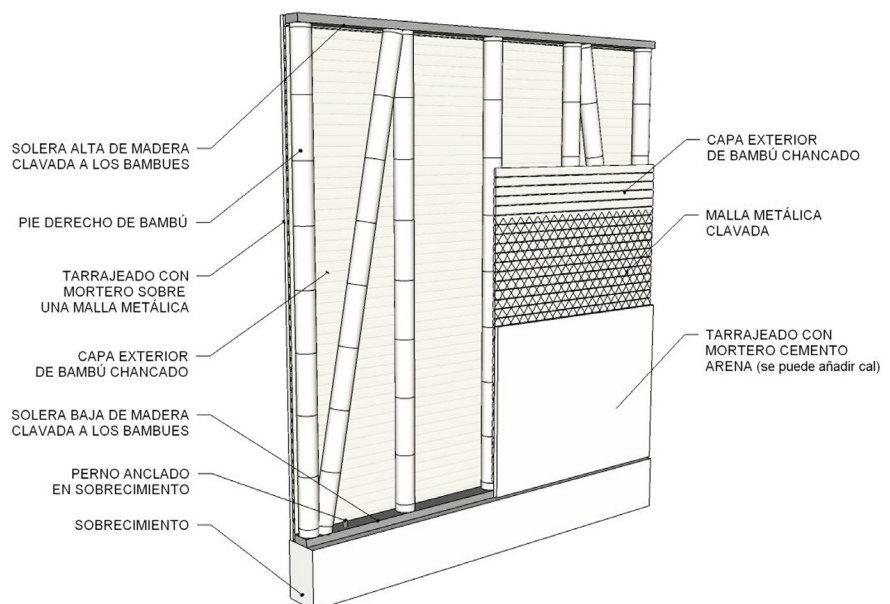
Para realizar el recubrimiento de las paredes se utiliza como base la esterilla que es clavada a la estructura con clavos de $\frac{1}{2}$ ".

Luego se coloca una malla metálica delgada expandida o malla de vena (se sabe utilizar en gallineros) que de igual manera va clavada con la esterilla a la estructura de guadua.

Finalmente se enlucé con mortero de cemento, que este tenga una consistencia espesa como una pasta de cemento 2:3 (cemento – arena fina)

Los bambús de la estructura no deben tener un diámetro inferior a 80 mm para que el muro sea estable³⁸.

► 80. Recubrimiento de muros con acabado final mortero de cemento (Fuente: de la referencia N° 38)



38. Tomado de: PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011

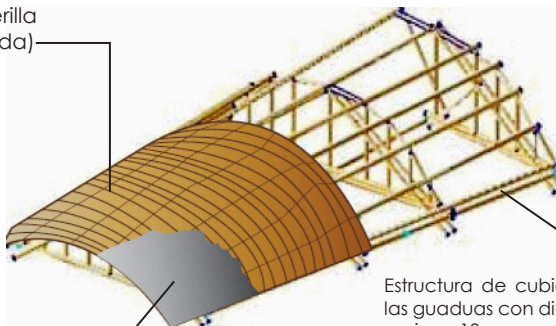


Armado De Cubierta Bóveda Cónica

La bóveda cónica, por su geometría, es soportada por la estructura de guadua que se arriostran a su vez con los muros de la vivienda.

La bóveda cónica contiene los mismos elementos estructurales que la cubierta a dos aguas, la gran ventaja que ofrece la guadua en este sistema es que se usa la caña chancada sobre la estructura para encima de esta empar y cubrir toda la cubierta de un manto asfáltico, preferible es dar 2 o 3 manos de este material impermeabilizante³⁹.

Tablero de Esterilla
(caña chancada)



Manto Asfáltico

Estructura de cubierta abovedada, las guaduas con diámetro igual o superior a 10 cm, aseguradas con varillas pernadas de un diámetro = $\frac{3}{8}$ "

La superficie base de la cubierta se ha realizado en esterilla, sobre la cual se ha colocado el manto asfáltico, como protección a la intemperie que se superpone en los bordes de las canales de aguas lluvias compartidas entre casas.



Manto asfáltico
para impermeabilizar la cubierta

◀ 81. Detalle de la estructura de cubierta curva. Para el acabado final se ha colocado el manto asfáltico.
(Fuente: de la referencia N° 39)

39. Tomado de: www.todoarquitectura.com (portal de arquitectura, ingeniería, diseño y construcción)

VIVIENDA FINALIZADA usando las uniones Explicadas

La composición de la fachada ha sido resuelta a partir de la cubierta abovedada cónica. Los planos y superficies de las fachadas se desplazan y giran levemente para dar un efecto más dinámico a la propuesta volumétrica.

El urbanismo y la arquitectura propiciaban la visión integradora del hombre con su comunidad y de esta con el entorno natural.

► 82. Fachada de una de las viviendas, los muros han sido rellenados con barro para darle mayor resistencia a la casa y brindar seguridad a sus habitantes. (Fuente: de la referencia N° 39)



► 83. La superficie de los muros embutidos con el barro y la fibra vegetal "fique", que le confiere una mayor estabilidad al cuerpo del muro. (Fuente: de la referencia N° 39)





Alternativas de unión en una armadura de guadua

Una armadura se compone de un conjunto de miembros rectos articulados unos con otros en los puntos llamados nudos. Los miembros de una armadura están conectados solo por sus extremos, por tanto, ningún miembro se prolonga más allá del nudo.

Similar a las armaduras construidas con madera, las construidas en guadua presentan ventajas para la solución de puentes y cubiertas en general por su posibilidad de cubrir luces mayores que usando sistemas a base de viguetas, lo que posibilita una mayor flexibilidad en el diseño, evitando la construcción de paneles interiores portantes. Por su bajo peso se hacen más manejables en el montaje que en otros sistemas.

Se puede obtener una estructura rígida más grande añadiendo dos barras a una armadura triangular básica; ésta operación puede repetirse las veces que se desee y la estructura resultante será rígida, si cada vez que se añadan dos nuevos elementos, se unen a dos nudos diferentes y se conectan una a la otra en un nuevo nudo. Este tipo de armadura se conoce con el nombre de Armadura Simple.

La guadua por tener una sección transversal tubular, es altamente resistente a la torsión, es por esto que los cordones superior e inferior de algunas armaduras con uniones excéntricas de diagonales, no fallan por torsión.

▲ 84. Prototipo de una estructura simple⁴⁰. (Fuente: de la referencia N° 40)

Las uniones más utilizadas en las construcciones hechas de caña guadua son realizadas con el tipo de armadura simple y que han sido empleados en la fabricación de viviendas, puentes y estructuras espaciales. En las siguientes uniones se hace una descripción de su sistema constructivo para determinar su resistencia y realizar observaciones en el comportamiento de los materiales, como veremos en los siguientes cuadros a continuación:

40. Tomado de: GUTIERREZ, J y GOMEZ, R. Diseño y elaboración a escala natural de armaduras en guadua angustifolia. 2002. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia.

UNIÓN TIPO: SIMON VELEZ

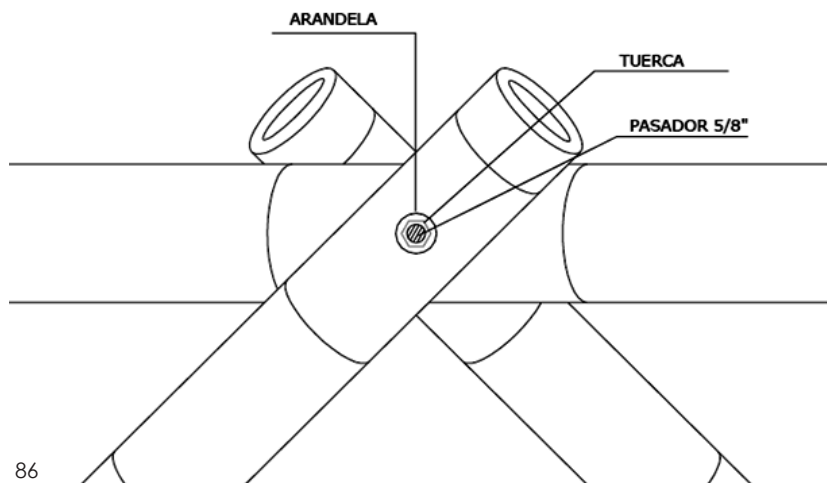


85

Este tipo de unión que lleva el nombre del arquitecto que la realizó, (reconocido por sus proyectos realizados con caña guadua). Propone una unión a tensión que consiste en trabajar la guadua a tensión atravesando una Varilla de $\frac{1}{2}$ " por un canuto, dicho canuto se rellena posteriormente con mortero.

Resistencia

3000Kg por cada canuto relleno de mortero en la unión del elemento a tensión⁴¹.

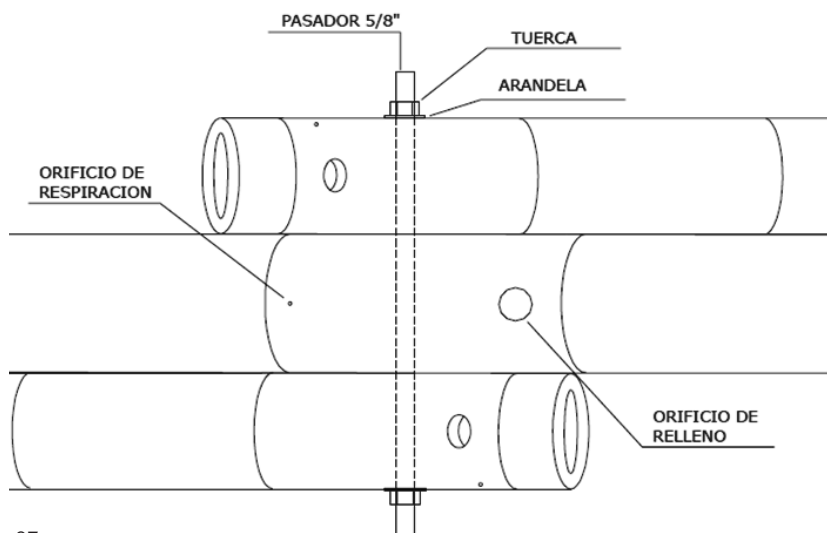


86

◀ 85. Fotografía del detalle de unión tipo Simón Vélez. (Fuente: de la referencia N° 41 y editado por el investigador)

▼ 86. Alzado, unión Simón Vélez.

▶ 87. Vista en planta del detalle de unión tipo Simón Vélez.



87

41. Tomado de: GARZON CAICEDO, Jenny. Optimización de estructuras en guadua. Santa Fé de Bogotá, 1996. Trabajo de grado (Arquitectura). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes. Departamento de construcción; p. 106.



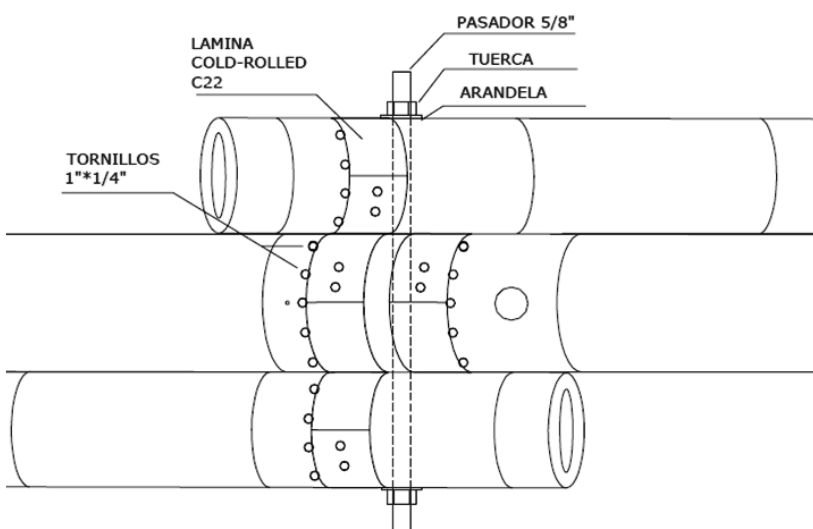
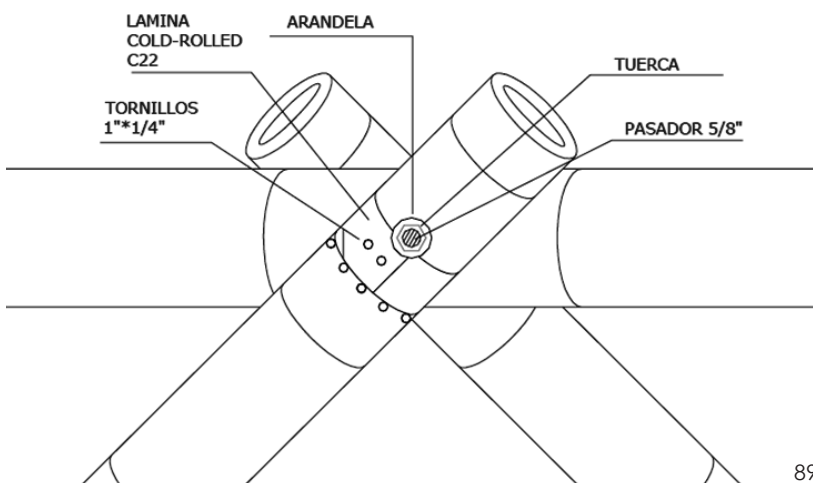
TIPO: UNIÓN CON ABRAZADERA

Se taladran dos orificios de 5/8" para poder atravesar el pasador, que es una varilla rosca de 5/8". En el lado del pasador para evitar rajaduras en la caña se utiliza una lámina cold-Rolled calibre 22 de 4cm de ancho, enrollándola en la guadua con cinco vueltas, y utilizando 12 tornillos ordinarios de 1" de largo por 1/4" de ancho de cabeza hexagonal en el lado opuesto al pasador, restringiendo el movimiento de la lámina.

Resistencia

En el estudio de la unión sometiendo a pruebas Se ha obtenido una resistencia de 10500 kg en uniones a tensión⁴².

- Es una unión relativamente liviana.



► 88. Fotografía del detalle de unión mecánica. (Fuente: de la referencia N° 42 y editado por el investigador)

► 89. Alzado, unión mecánica.

◄ 90. Planta, unión mecánica.

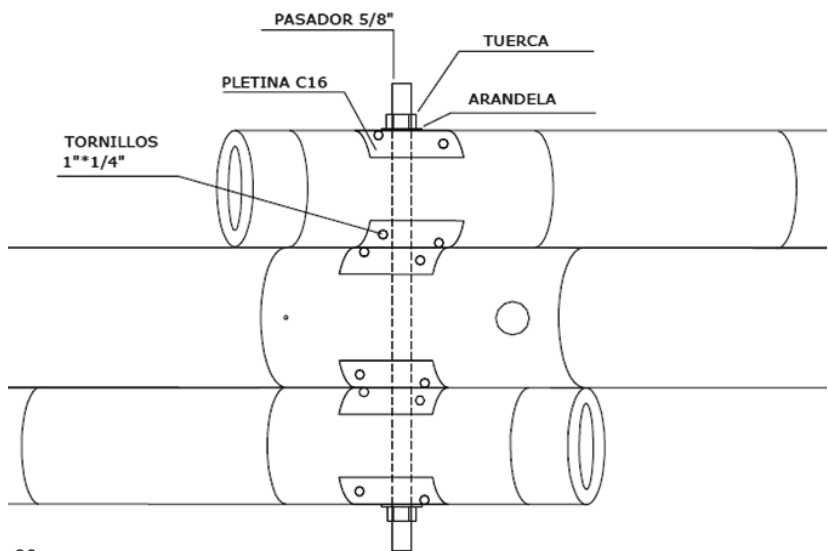
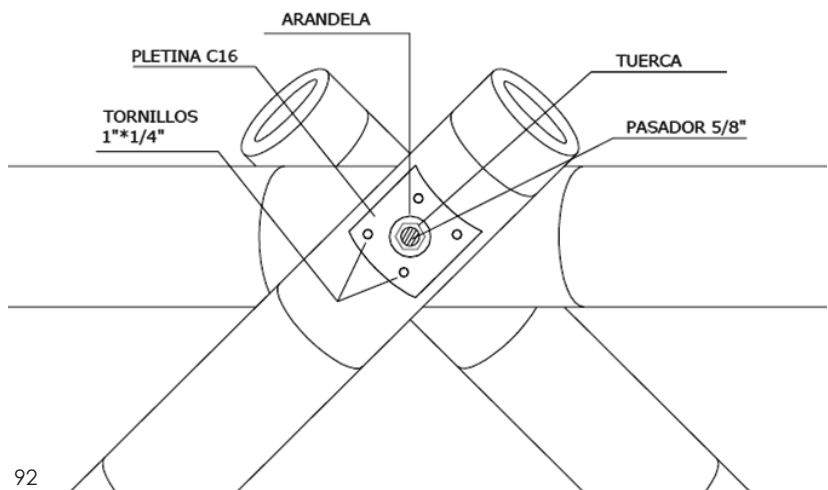
42. Tomado de: PEÑA MUÑOZ, Cesar A. Y RODRÍGUEZ H., Hugo A.. Propuesta de uniones mecánicas para estructuras de guadua. Santafé de Bogotá, 1997. Trabajo de grado (Arquitecto). Universidad Nacional de Colombia. Departamento de construcción; p. 108.

TIPO: UNIÓN MECÁNICA MODIFICADA

Consiste en un sistema de conectores conformados por una lámina rectangular calibre 16 perforada a la que se le introduce un pasador de 5/8" y cuatro tornillos ordinarios de 1" de largo por 1/4" de ancho de cabeza hexagonal⁴³.

Para introducir el pasador y los tornillos se pretaladra para evitar que la guadua se raje. Esta unión ensambla rápidamente, a un costo bajo y es más liviana que la de Simón Vélez.

- Es una unión relativamente liviana.



▲ 91. Fotografía del detalle de unión mecánica modificada. (Fuente: de la referencia N° 43 y editado por el investigador)

▲ 92. Alzado, unión mecánica modificada.

► 93. Planta, unión mecánica modificada.

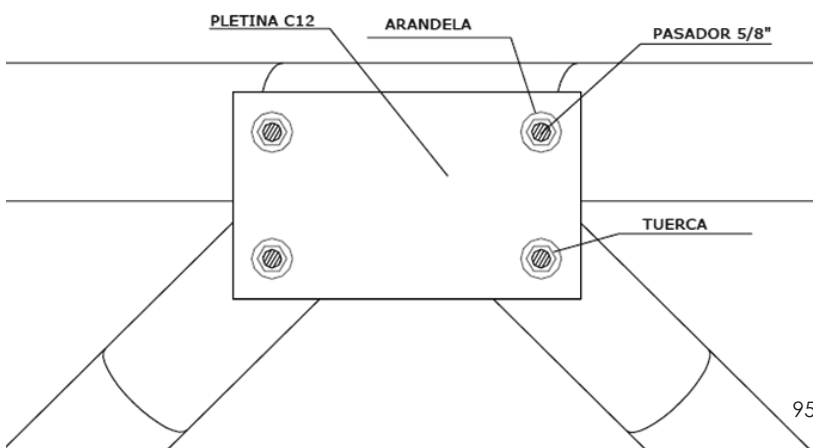
43. Tomado de: ORTIZ CLAVIJO, Sandra C. y TRUJILLO CHEATLE Jorge D. Evaluación de uniones a tracción en guadua. Santa Fé de Bogotá, 2000. Trabajo de grado (Ingeniero). Universidad Nacional de Colombia.



TIPO: UNIÓN CON PLETINAS

Es un sistema de transmisión de esfuerzos por medio de un par de pletinas metálicas calibre 12 perforadas para introducir un pasador de 5/8" por cada elemento de la armadura⁴⁴. Se confinan con mortero los cañutos afectados por el pasador.

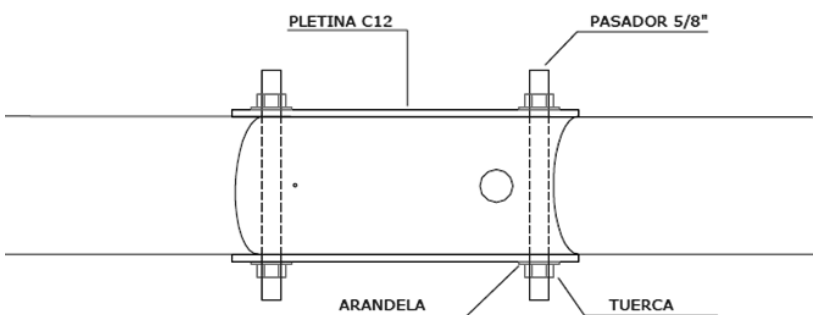
- Es una unión pesada y costosa.
- Requiere mayor trabajo en su elaboración.



► 94. Fotografía del detalle de unión con pletinas. (Fuente: de la referencia N° 44 y editado por el investigador)

► 95. Alzado, unión con pletinas.

◄ 96. Planta, unión con pletinas.



44. Tomado de: ORTIZ CLAVIJO, Sandra C. y TRUJILLO CHEATLE Jorge D. Evaluación de uniones a tracción en guadua. Santa Fé de Bogotá, 2000. Trabajo de grado (Ingeniero). Universidad Nacional de Colombia.

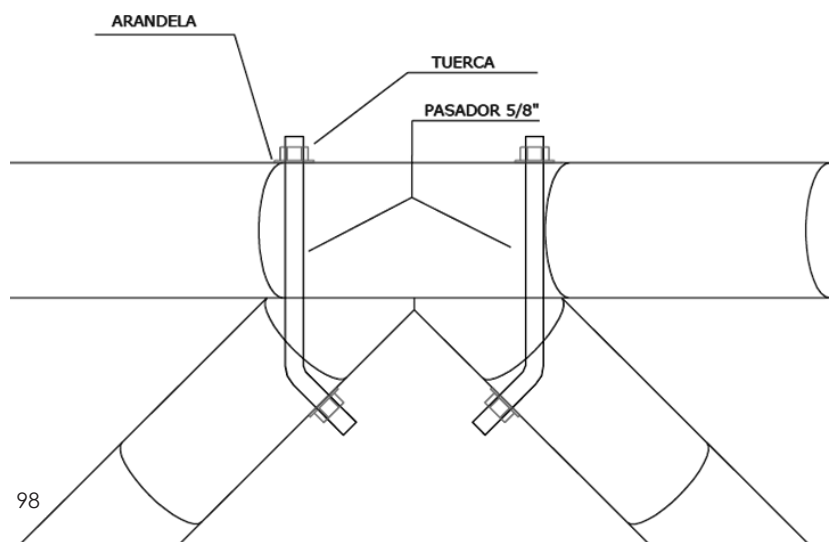
TIPO: UNION POR ANCLAJE

Por medio de un pasador de 5/8" se sujetan dos elementos que forman un ángulo entre ellos.

El pasador es doblado al mismo ángulo a con el fin de atravesar perpendicularmente los elementos.

Se confinan con mortero los canutos afectados por el pasador.

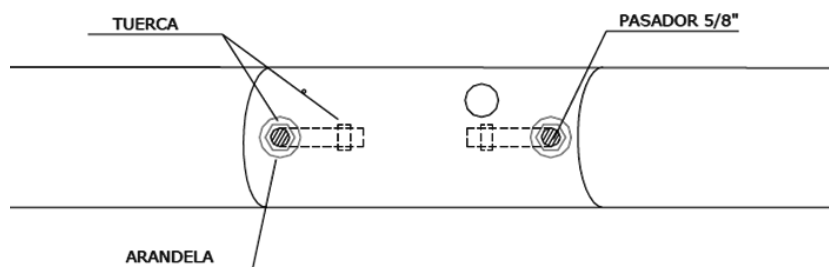
- Es una unión pesada.
- No presenta excentricidad en los elementos que la conforman.

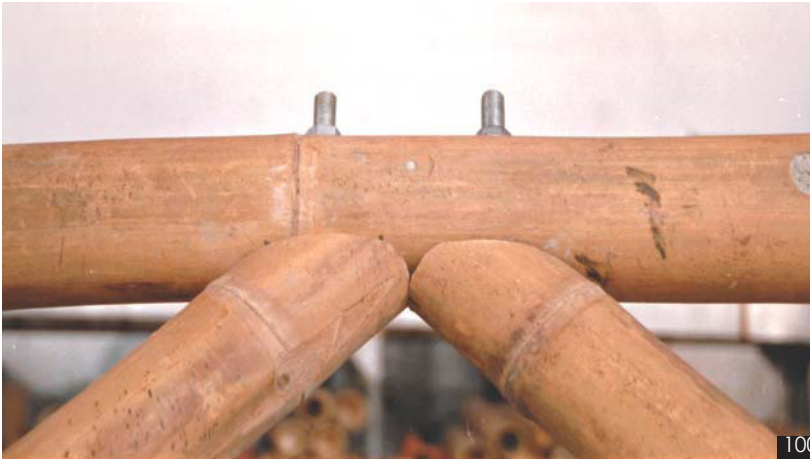


▲ 97. Fotografía del detalle de unión por anclaje. (Fuente: de la referencia N° 44 y editado por el investigador)

▲ 98. Alzado, unión por anclaje.

► 99. Planta, unión por anclaje.



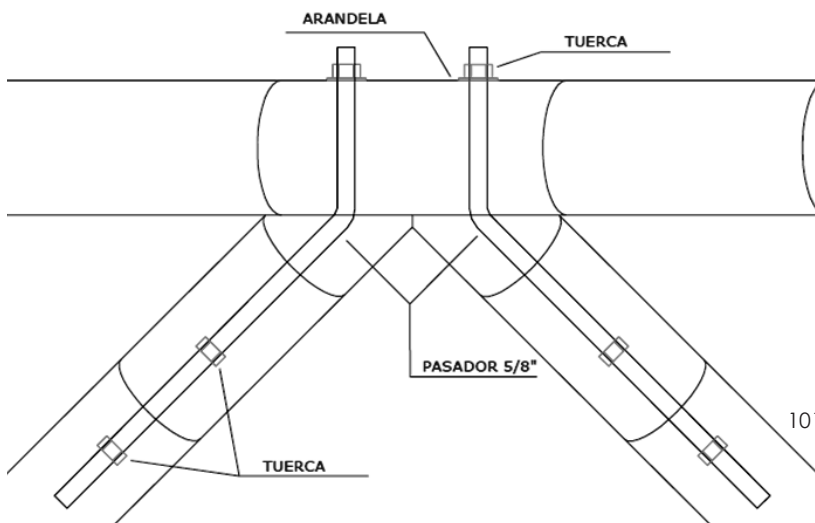


TIPO: UNIÓN CON ANCLAJE AXIAL

Por medio de un pasador de 5/8" se sujetan dos elementos que forman un ángulo entre ellos⁴⁵.

El pasador es doblado al mismo ángulo a con el fin de atravesar perpendicularmente uno de los elementos y permanecer embebida en mortero en el interior del otro.

Se confina con mortero el cañuto afectados perpendicularmente por el pasador.

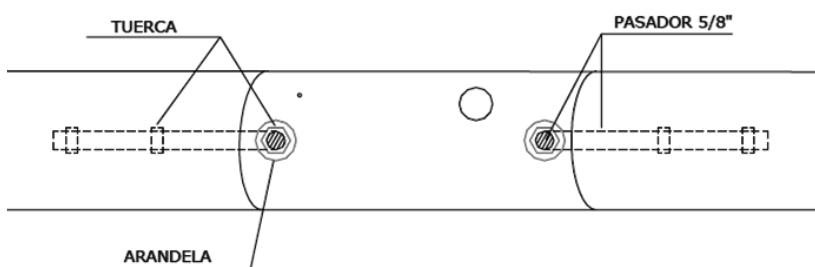


- Es una unión pesada.
- Para facilitar la construcción, se debe fundir el mortero en dos etapas.

► 100. Fotografía del detalle de unión por anclaje axial. (Fuente: de la referencia N° 45 y editado por el investigador)

► 101. Alzado, unión por anclaje axial.

◄ 102. Planta, unión por anclaje axial.



45. Tomado de: GARZON CAICEDO, Jenny. Optimización de estructuras en guadua. Santa Fé de Bogotá, 1996. Trabajo de grado (Arquitecta). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes. Departamento de construcción; p. 106.



En el análisis realizado a las técnicas constructivas, que son las más utilizadas en la unión de las guaduas, para la construcción. El estudio de las uniones nos sirve para comprender las técnicas empleadas a base de los detalles constructivos y de esta manera poder realizar estructuras de guadua que puedan soportar fuerzas de tracción, flexión y compresión. Pero la mayoría de estas uniones son realizadas con cemento las cuales hacen muy pesada la estructura, y lo que se necesita para realizar tabiques modulares es uniones que sean más livianas ya que solo soportan su propio peso y como condición tienen que ser modular para ello debe de ser también desarmable, así que no se utilizara mortero de cemento.

Sin embargo es necesario saber y contar con experiencias realizadas por otras personas, para aplicar los conocimientos, de esta manera aprovechar los puntos más relevantes de cada unión que nos sirva para constituir los tabiques modulares. En este proceso tiene que haber una excelente técnica de elaboración, lo que permitirá la obtención de elementos modulares más ligeros y de mayor resistencia.

El estudio sirve para aprender y resaltar los puntos más relevantes, que aporten de una manera positiva para que la tabiquería en seco elaborada con bambú guadua pueda convertirse en una opción de construcción sustentable; ya que en el factor económico, reduce los costos de construcción, y una aportación a nuestra cultura, puesto que al utilizar un material autóctono, como es la caña guadua, para combinarla con materiales industrializados, como el metal, se pueda renovar los espacios que se pretendan compartimentar en el interior y el exterior, con su respectivo cuidado para preservar por más tiempo este tipo de modulación, que es el objetivo del proyecto.

Partes metálicas; como un tubo de metal, pernos pasados y elementos para enroscar son un gran complemento entre ellas para realizar una nueva propuesta de unión entre guaduas, porque está comprobado que el metal demuestra mejor resistencia que uniones de madera o de la misma guadua, y otra razón es que ya existen en el mercado estos elementos, reduciendo el número de piezas distintas, que es una de las condiciones para elaborar objetos modulares.

Cabe decir que las propuestas que se han descrito tienen su respaldo en base a las experiencias existentes y los ensayos que arquitectos y constructores profesionales han realizado. En ese sentido esta investigación se entiende como un producto de un desarrollo continuo a base de otros ensayos o investigaciones.





capítulo cuatro

TABIQUERÍA MODULAR



Este capítulo se compone de dos partes principales; la primera será una introducción a los tabiques modulares y los elementos por los que está conformado. Luego se describen a los materiales que son utilizados para los proyectos de tabiquería en seco; del mismo modo un análisis descriptivo de la materia prima que se maniobrará en el recubrimiento de la estructura. Para que de esta manera el estudio de los tabiques y de los materiales que se pueden usar, nos servirán en la propuesta de diseño para obtener una tabiquería modular diferente a los tabiques ya tradicionales, *(como los de carpintería metálica y los de madera)*, empleados en la división de espacios... Renovando la forma de usar la caña guadua combinada con materiales industrializados conocidos en nuestro medio, como son los acoples metálicos.

Generalidades

Para tener un conocimiento de lo que es un tabique, partimos del concepto de Eduardo Márquez Trilla que describe al tabique como: “el conjunto de elementos, que acoplados correctamente cada una de las piezas constituyen un tabique de compartimentación desmontable realizado con materiales ligeros y no empotrados en la obra, son utilizados para dividir espacios”⁴⁶.

Esto quiere decir que para compartimentar los espacios es necesario tener una estructura, ya sea para dividir por medio de ella solamente, o sirva como armazón para su revestimiento, estos en conjunto, deben estar muy bien empalmados e instalados por medio de sistemas de unión, de tal forma que garanticen estabilidad, para resistir las cargas de su propio peso y transmitir las con seguridad a la estructura y por supuesto a las uniones.

Los tabiques modulares en el diseño interior, ofrecen la posibilidad de que sin necesidad de efectuar obra alguna de albañilería en el local, sea factible dividir el espacio original en el número de compartimentos que cada ambiente precise para el desarrollo de sus actividades. Y darle, además a estas divisiones, la forma y la amplitud que se consideren convenientes para cada área compartimentada, dentro de los metros cuadrados de superficie que existan.

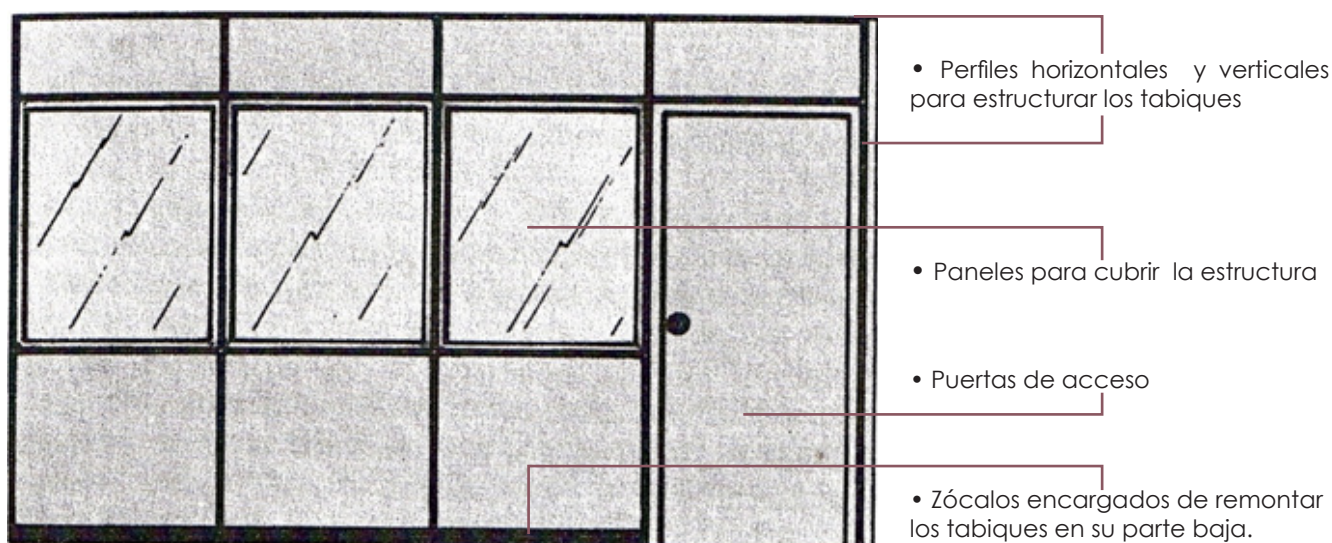
Los tabiques pueden aplicarse en oficinas, para lugares y centros de exposición, incluso en el área domestica donde se puede realizar divisiones interiores creando dos habitaciones independientes en donde existe una sola estancia. Por eso lo esencial para lograr las divisiones de espacio, sin duda está en los sistemas constructivos de unión y anclaje entre la estructura y los recubrimientos, entre la estructura y el lugar donde van a ser instalados.



103. Integración de los módulos con perfilera metálica que forman el tabique divisorio. (Fuente: www.acimco.com)

46. Tomado de: MARQUEZ TRILLA Eduardo, División De Interiores, Tabiques-Mamparas, Elementos Modulares 1983. Barcelona -España

Elementos que forman los tabiques

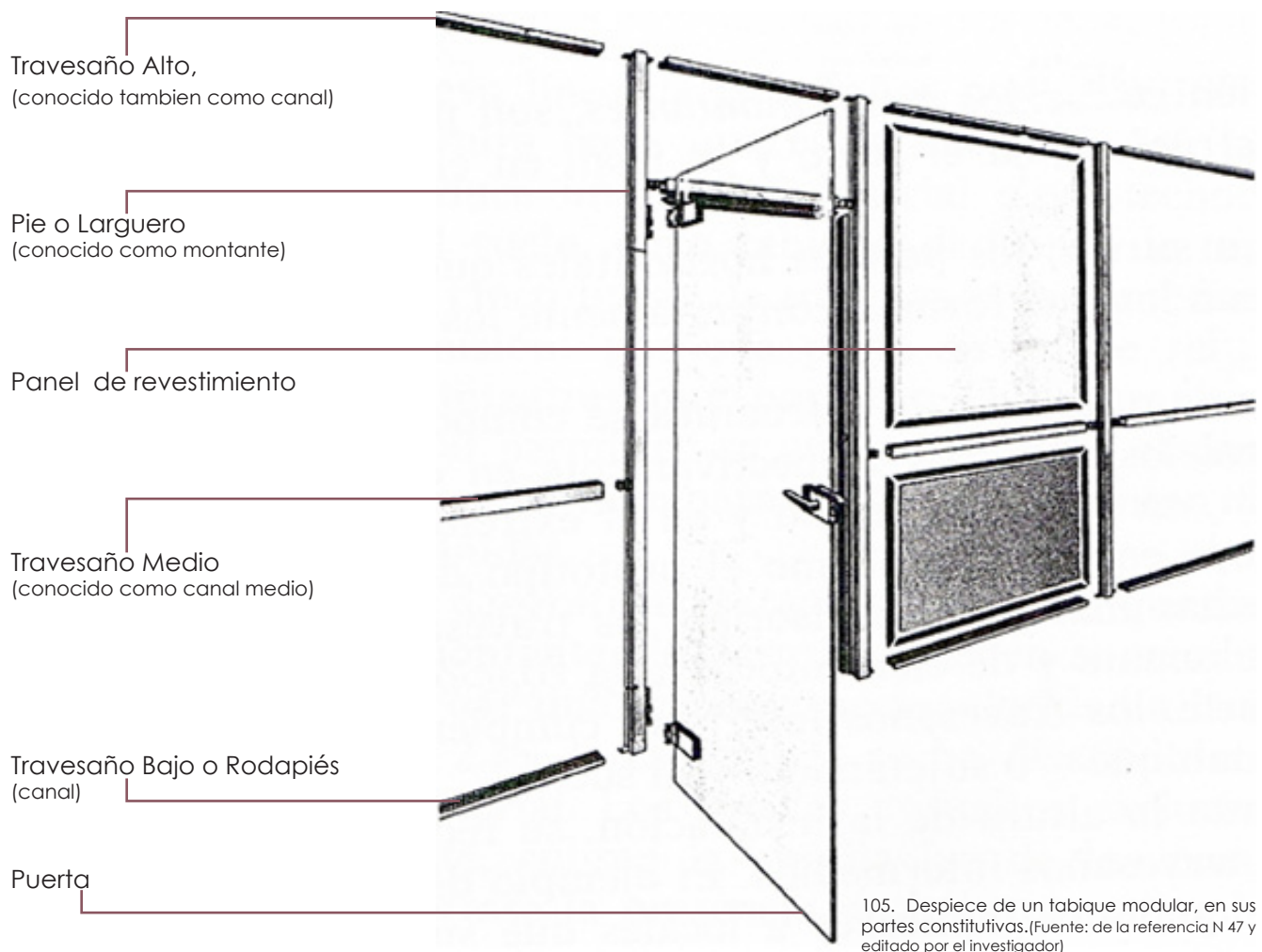


104. Detalle en alzado de un tabique modular. (Carlos Brito)

Principios Para Estructurar Los Tabiques

La instalación de un tabique desmontable se basa en principios que no han cambiado a lo largo del tiempo, y se mantienen sin importar la clase de material que se utilice, estos son los que se citan a continuación:

- El montaje de los elementos debe tender, en cualquier caso, a la utilización del menor número posible de piezas diferentes.
- El esqueleto del tabique está formado, básicamente, por largueros y travesaños. Los largueros son los elementos de carpintería que se apoyan en el suelo y apuntan al techo, es decir, que fijan la estructura en dirección vertical. Los travesaños, a su vez, corresponden a los elementos de carpintería horizontales, que sirven de unión entre dos largueros consecutivos. Su luz interior suele estar en torno a los 50 cm.
- La unión de la estructura se realizará por un sistema de ensamble que fije entre sí los laterales, repitiéndose la operación hasta alcanzar la longitud debida.
- El tabique ya montado se fija al techo por tornillos, grapas de acero, o cualquier otro dispositivo de sujeción. Y muchas veces se fija igualmente en el suelo.
- Suele reforzarse la resistencia del tabique por la adición de un rodapiés o zócalo.
- Las juntas de los ensambles se disimulan por medio de cubrejuntas.
- Paneles y bastidores que integran los tabiques modulares deben concebirse de manera que sean intercambiables sin alterar el dimensionado.



Aplicaciones y Ventajas

Los tabiques modulares son aptos para casi cualquier tipo de construcción, ya sea tanto para obras de nueva construcción o para trabajos de rehabilitación y reforma, en viviendas, escuelas, oficinas, hospitales, comercios, edificios comerciales e industriales, etc. Su utilización, ofrece las ventajas siguientes:

- **Sencillez y rapidez de instalación**, puesto que se emplea un número limitado de productos, y su montaje se realiza con herramientas convencionales.
- **Flexibilidad en la construcción**, que se adapta con facilidad a cualquier tipo de proyecto⁴⁷.
- **Ligereza**, que permite una libre distribución de la tabiquería interior, con independencia de la estructura portante del edificio.
- **Entrega más rápida de la obra**, puesto que al ser trabajos en seco, no se necesita tiempo para el secado de los elementos que componen el tabique.

47. Tomado de: MARQUEZ TRILLA Eduardo, División De Interiores, Tabiques-Mamparas, Elementos Modulares 1983. Barcelona -España

Características Físicas De Los Tabiques



106. tabique divisorio para oficina con estructura y malla metálica que permite atravesar la luz. (Fuente: www.acimco.com)

La tabiquería en seco debe de tener un buen aislamiento acústico, gran seguridad en caso de incendio y aislamiento térmico elevado.

Sencillez a la hora de incorporar instalaciones eléctricas o de fontanería, material aislante, cajas de mecanismos, etc., no siendo necesario la apertura de huecos.

El sistema más utilizado en el momento es el de perfiles metálicos, así que se hará un análisis descriptivo de los materiales que serán aplicados, además el proceso de instalación de tabiquería seca con estructura metálica, va a ser explicado a través de detalles constructivos.

El seguimiento de este sistema que ha sido un éxito nos guía y abre el camino para conocer los requerimientos que deberán estar presentes también en el diseño de tabiques modulares con estructura de guadua.

Nota> depende del sistema que se aplica a la tabiquería y en el lugar en donde uno se encuentre, como la bibliografía es de otros países, cambia el nombre de los elementos que forman los tabiques, por ejemplo los elementos horizontales y verticales que forman la estructura, pero el concepto de cada una de las piezas sigue siendo el mismo, porque son los mismos elementos que cumplen igual función.

Sistema de perfiles metálicos

Los elementos que integran este sistema son:

Estructura

Perfiles metálicos en el armado de estructuras para tabiques son de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor⁴⁸.

Los perfiles más utilizados son:

Canales

Es el elemento de anclaje a suelo y techo de los perfiles verticales (o montantes) que soportan las placas de revestimientos

Montantes

Son los elementos verticales, encajados en los canales del suelo y techo, sobre los que se atornillan las placas de revestimiento. Presentan una serie de perforaciones en el alma distanciadas 50 cm entre sí, para el paso de las instalaciones.

Elementos de fijación:

Tornillos auto-perforantes. Se utilizan para fijar la placa sobre los perfiles metálicos.

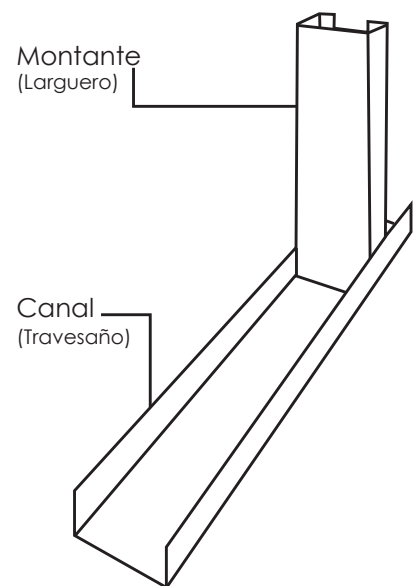
Pastas y Materiales de Acabado

- **Pasta de juntas:** se emplea para el sentado y colocación de la cinta de juntas.

- **Cintas de juntas:** es una banda de papel especial color marfil de alta resistencia y micro-perforado, especial para tapar las juntas.

- **Cinta guarda vivos:** protege las uniones de las placas en esquinas. Es una banda de papel de las mismas características que la cinta de juntas pero reforzada con dos láminas de acero.

- **Corte de perfiles metálicos:** los perfiles metálicos, canales y montantes, se cortarán fácilmente con una tijera de cortar chapa o con una sierra de metal.



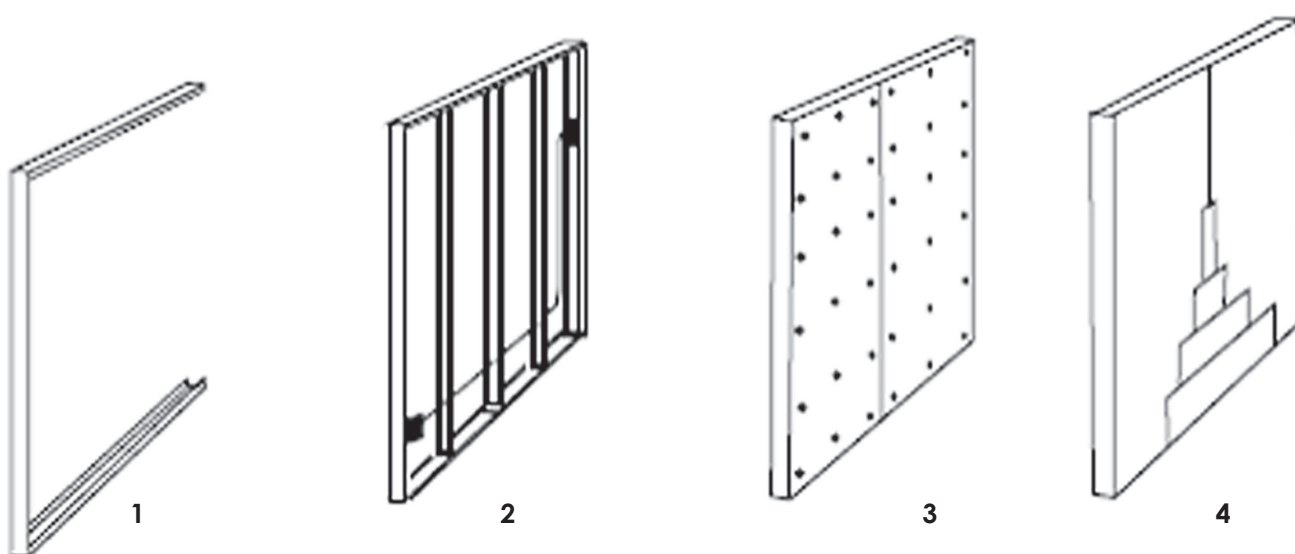
107. Segmentos que forman la estructura de acero galvanizado (Carlos Brito)



108. Cinta especial que sirve para tapar las juntas. (Fuente: www.acimco.com)

48. Tomado de: Knauf / Tabiques con estructura metálica / Hoja Técnica W11 Edición 04/06

Secuencia de montaje



Los pasos a seguir para la instalación de un tabique se aplican a todo tipo de tabiquería en seco, lo que puede variar son los materiales con los que se construya, pero las etapas siguen siendo las mismas.

La construcción de tabiques modulares comprende las siguientes etapas básicas⁴⁹:

1 Trazo Y Fijación

- Replanteo y trazado.
- Instalación de la estructura metálica.

2 Bastidor Metálico E Instalaciones

- Instalación de marcos de puertas y ventanas
- Colocación de instalaciones eléctricas o mecánicas

3 Revestimiento Del Bastidor

- Colocación de material aislante
- Colocación de revestimiento que cierra el tabique.

4 Junteo

- Instalación de esquineros.
- Tratamiento de junta invisible.

▲ 109. Orden de la secuencia para la construcción del tabique con estructura metálica.
(Fuente: de la referencia N° 49 y editado por el investigador)

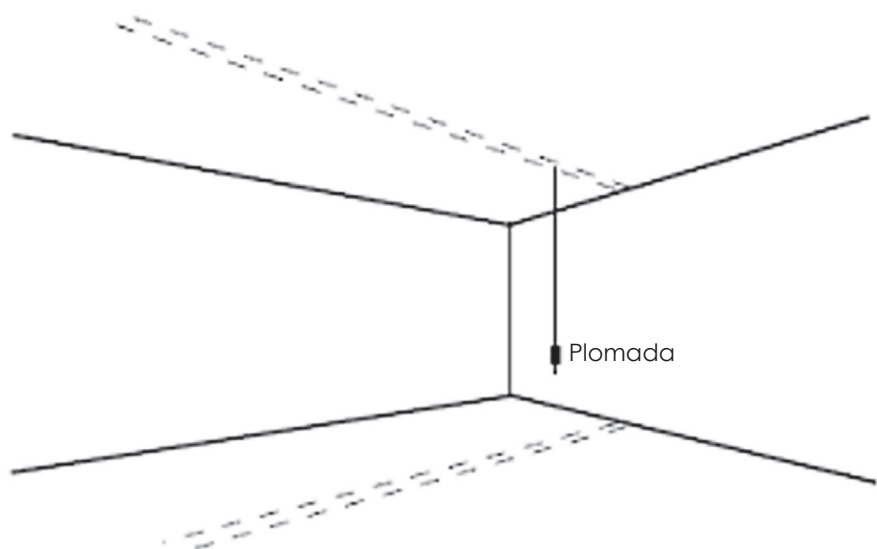
49. Tomado de: MANUAL DE DISEÑO PARA ARQUITECTOS / volco metal, solución constructiva / www.volcan.cl

1a) Replanteo y trazado

Primero se debe trazar sobre el suelo el ancho del canal, marcando las dos caras del mismo.

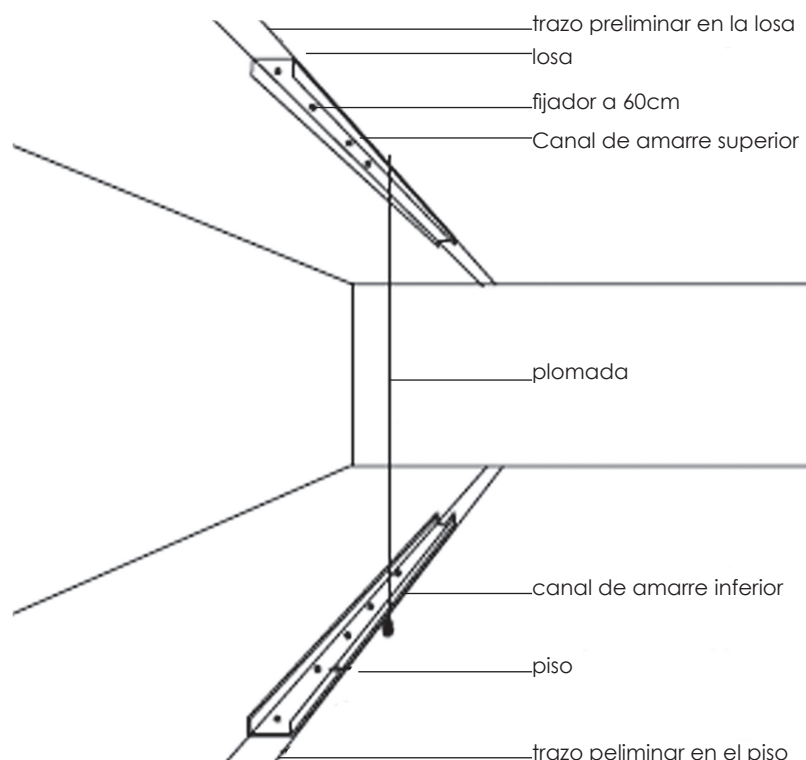
Sobre las líneas ya trazadas se debe marcar la posición de las puertas.

Una vez realizado el replanteo del suelo se pasará a realizar el replanteo del cielo, para esto se debe utilizar la plomada, o si fuera posible el uso de nivel láser⁵⁰.



1b) Fijación de los canales

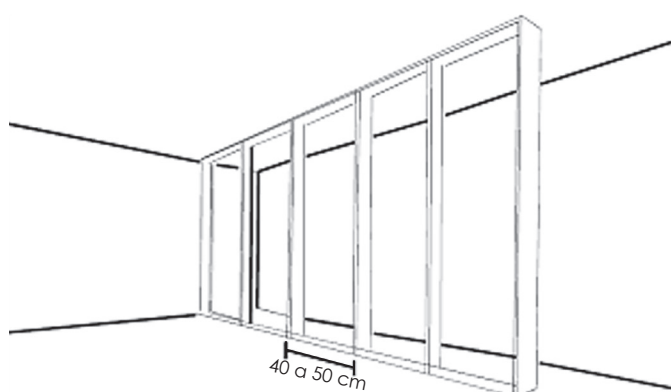
Luego de efectuar el trazado, se instalarán las soleras o canales tanto en el piso como en la losa o cielo. Se fijarán cada 60 cm y a no más de 5cm de los extremos, con clavos de impacto, tarugos de expansión, sistema de tacos de madera y tornillos, o cualquier otro sistema de anclaje según sea la superficie de piso y cielo⁵¹.



► 110. Primeros procedimientos que se realizan para colocar un tabique modular. (Fuente: de la referencia N° 50 y editado por el investigador)

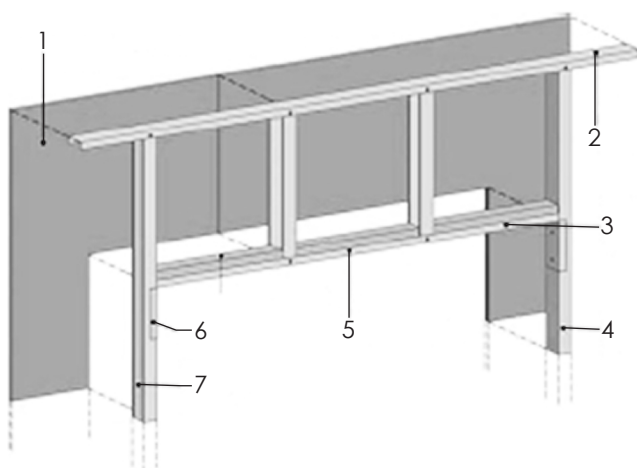
50. Tomado de: Knauf / Tabiques con estructura metálica / Hoja Técnica W11 Edición 04/06

51. Tomado de: MANUAL DE DISEÑO PARA ARQUITECTOS / volco metal, solución constructiva / www.volcan.cl



▲ 111. Los montantes se deben de colocar distantes con una separación entre 40 a 50 cm. (Fuente: de la referencia N° 52 y editado por el investigador)

▼ 112. proceso para realizar marcos de puertas y ventanas en los tabiques. (Fuente: de la referencia N° 52)



- 1 Revestimiento de la estructura
- 2 Canal de acero galvanizado
- 3 Dintel formado por canal de acero galvanizado
- 4 Montante de acero galvanizado
- 5 Listón de Madera horizontal
- 6 Pliegue del canal
- 7 Listón de Madera vertical

Fijación de los montantes:

El distanciamiento entre los montantes dependerá de factores como la altura del tabique, tipo y cantidad de planchas, entre otros. Se pueden colocar a cada 40cm o a cada 50cm⁵².

El primer montante o montante de arranque se deberá fijar al muro ya sea con clavos de impacto, tarugos o pernos, a lo menos con 3 fijaciones en la altura del perfil cuando ésta es superior a 50 cm .

Estos montantes se fijarán tanto a la canal inferior como superior, así como también en los puntos de aberturas como vanos de puertas o ventanas y esquinas con tornillo cabeza de lenteja de 8x1/2".

2a) Instalación de marcos de puertas y ventanas

Antes de la instalación de las puertas y ventanas se procederá a la colocación de listones seccionados de madera de 30 cm los que irán encajados en los montantes, con el fin de evitar posteriores torsiones de los montantes de acero galvanizado, de esta forma se queda reforzado marcos de puertas y ventanas.

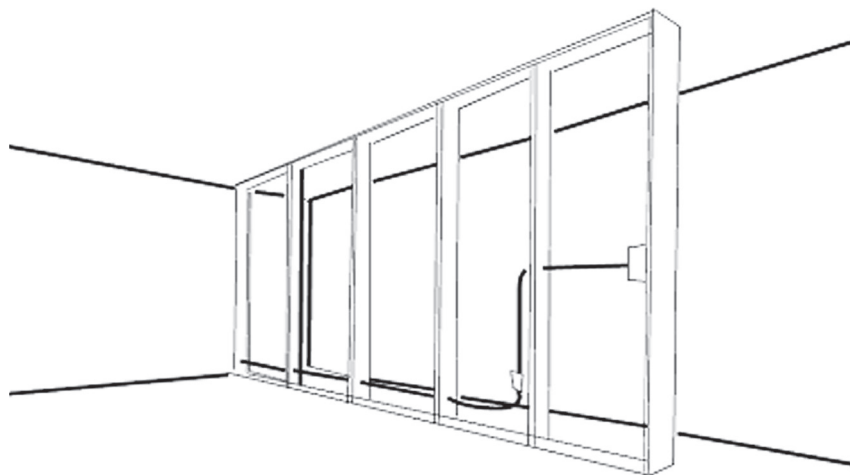
Una vez encajados los trozos de madera se procede a la instalación de marcos de puertas y ventanas, los que serán fijados a los montantes con listones de madera en su interior.

52. Tomado de: MARQUEZ TRILLA Eduardo, División De Interiores, Tabiques-Mamparas, Elementos Modulares 1983. Barcelona -España

2b Colocación de instalaciones eléctricas o mecánicas:

En el caso de que los tabiques lleven instalaciones, Los montantes, (perfiles portantes verticales), llevan en su alma perforaciones para el paso de las instalaciones que recorren el interior de los tabiques, por lo tanto se recomienda su utilización para ello.

Las tuberías de instalaciones eléctricas y sanitarias pueden quedar en los huecos que quedan entre los montantes de la estructura.

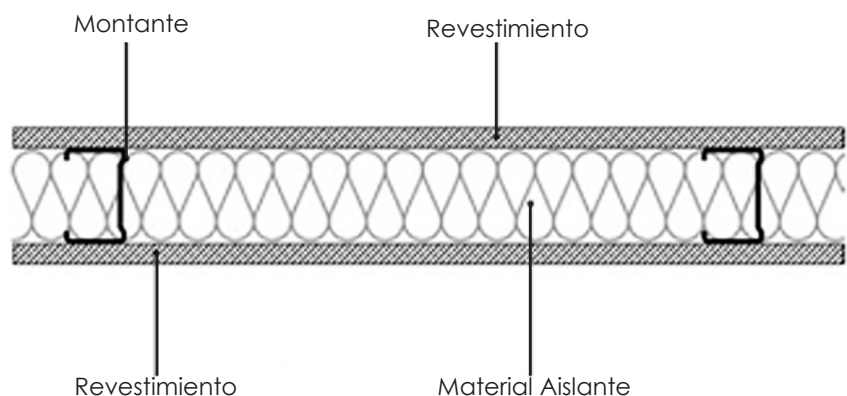


▲ 113. Para realizar instalaciones dentro de los tabiques se utiliza las perforaciones que tiene los montantes para poder pasar los cables. (Fuente: de la referencia N° 53)

3a) Colocación aislante

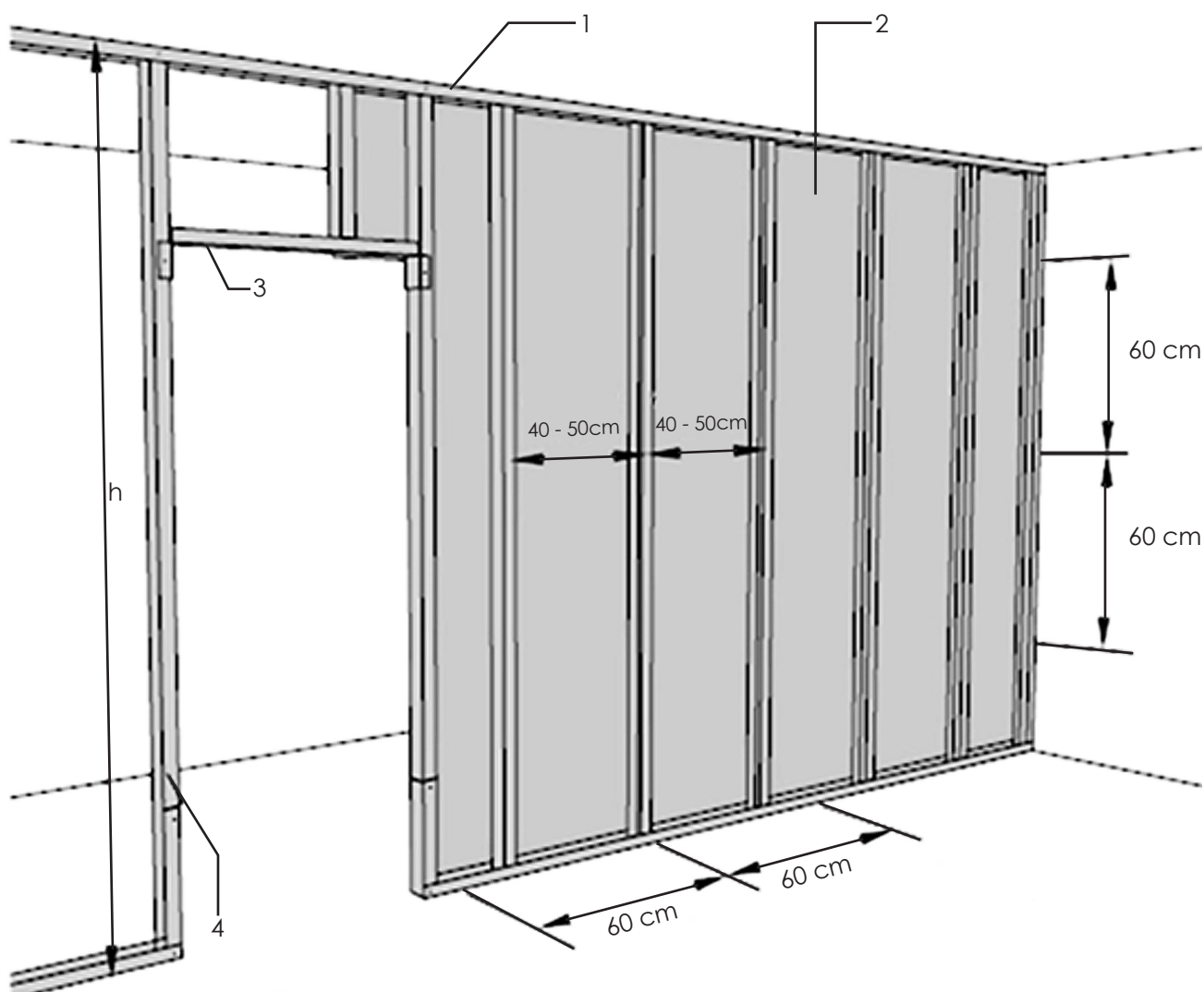
Cuando se completa la instalación por un lado del tabique y las instalaciones ya se han realizado, se coloca el material aislante, preferentemente de espesor equivalente a la sección de la cavidad.

Se aplica desde abajo hacia arriba, preocupándose de no dejar espacios entre lana y montante, entre lana y canal, y entre lana y lana, todo esto para poder cumplir de buena forma con las funciones térmicas, acústicas y de fuego (eliminando puentes térmicos y acústicos)⁵³



▲ 114. El material aislante se coloca cuando esta puesta una cara del revestimiento y se rellena la cavidad hueca que queda en la estructura. (Fuente: de la referencia N° 53 y editado por el investigador)

53. Tomado de: MANUAL DE DISEÑO PARA ARQUITECTOS / volco metal, solución constructiva / www.volcan.cl



- 1 Canal (travesaño)
- 2 Material aislante
- 3 Dintel formado por canal de acero galvanizado
- 4 Montante (larguero)

- 60 cm —————> Distancia de fijación del canal y montante, con un sistema de anclaje según sea la superficie.
- 40 - 50cm —————> Separación entre los montantes
- h —————> Altura variable que puede tener el tabique

▲ 115. Detalle del tabique con estructura metálica con una abertura para la puerta. (Fuente: de la referencia N° 53 y editado por el investigador)

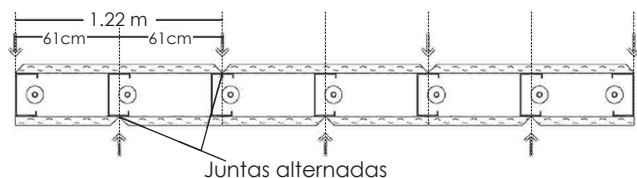
Revestimiento de la estructura

Instalación Paralela O Perpendicular

Por lo general se instala las planchas que recubren la estructura de forma vertical, Sin embargo, las placas también se pueden instalar de forma horizontal (instalación perpendicular), por ejemplo cuando se realizan tabiques curvos, o cuando se utilizan placas pesadas de 18 mm de espesor, o, dependiendo de las dimensiones de la pared, buscando la forma que tenga menor número de juntas de extremos (lados cortos de la lámina). En ambos casos, se deberán alternar todas las juntas en ambos lados de la estructura, de tal manera que ningún poste reciba juntas por ambos lados.

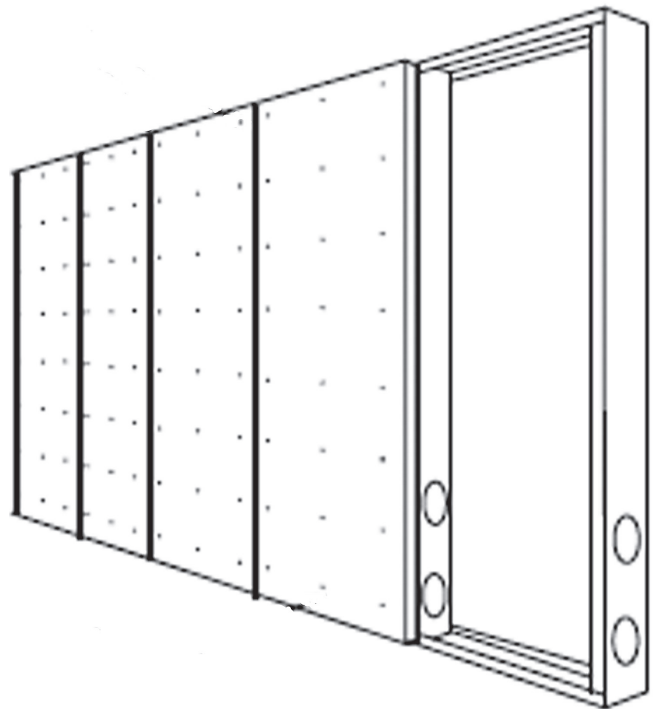
Se debe de fijar la lámina con tornillos a cada 40cm a lo largo de los montantes⁵⁴.

Nunca se debe de realizar la colocación de la lámina apoyada al piso. La lámina debe quedar con una holgura de 1cm por arriba del piso soportado únicamente por los tornillos que lo fijan. Las juntas de bordes y extremos entre láminas deben quedar perfectamente ajustadas, sin separación alguna

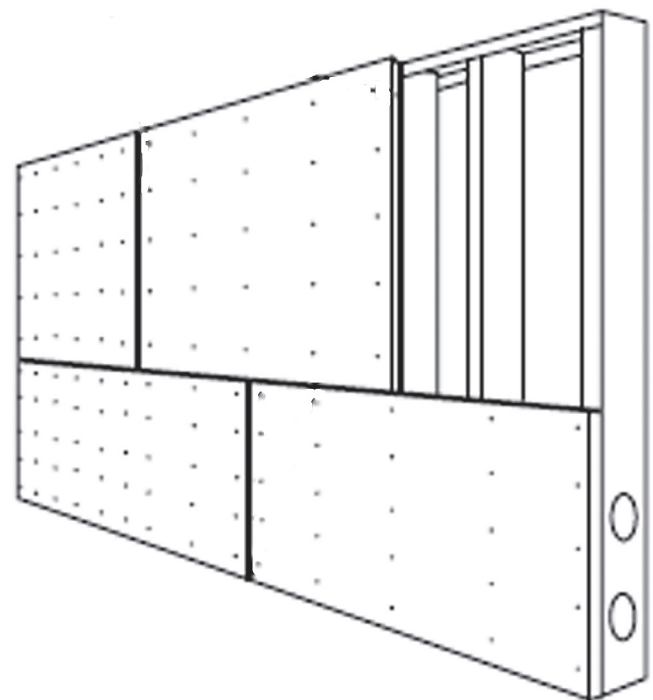


▲ 117. Se debe de alternar todas las juntas en ambos lados de la estructura, de esta manera el revestimiento queda seguro a la estructura. (Fuente: de la referencia N° 54)

► 118. Instalación de las placas del revestimiento de forma horizontal. (Fuente: de la referencia N° 54)

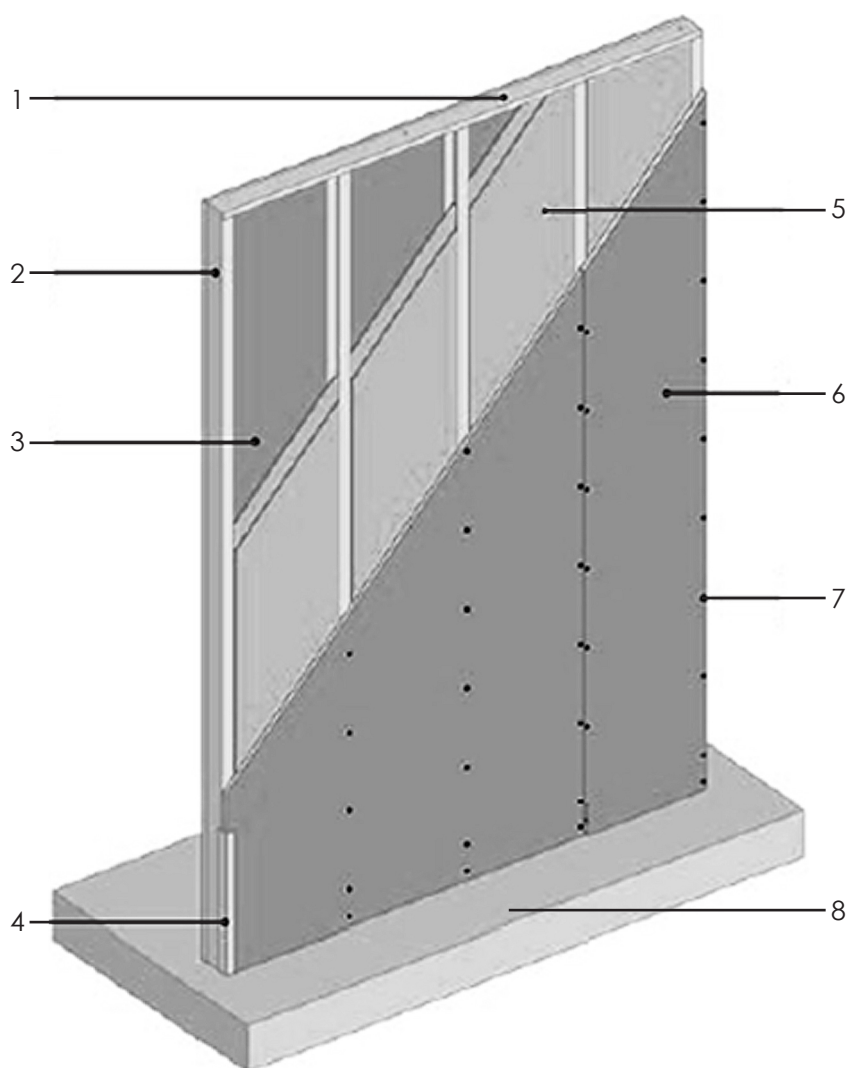


▲ 116. Instalación de las placas del revestimiento de forma vertical. (Fuente: de la referencia N° 54)



54. Tomado de: MANUAL PRO-GYP / sistemas en placas de yeso laminado/ Paseo de la Castellana 77 28046 Madrid / www.progyp.es

Revestimiento de la estructura



3b) Colocación de plancha que cierra el tabique

Una vez instalado el aislante se completa el tabique con el revestimiento.

Importante es que las planchas a ambos lados de la estructura queden "trabadas" entre sus caras, es decir, que sus bordes no coincidan.

Esto permite obtener una mayor rigidez y firmeza del tabique.

◀ 119. Detalle de la instalación del revestimiento del tabique por las dos caras, en su interior lleva el material aislante para lograr una mejor acústica al lugar donde se desea colocar.

(Fuente: de la referencia N° 55 y editado por el investigador)

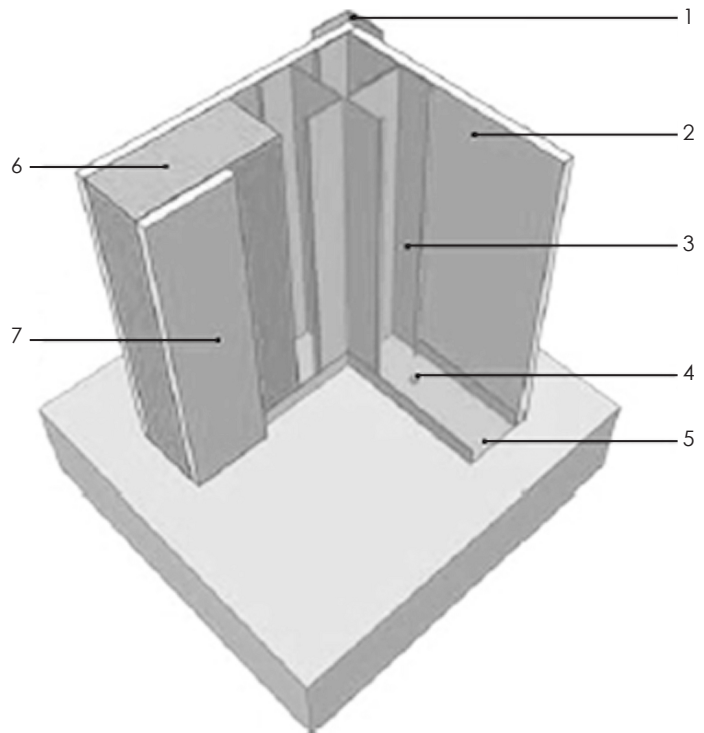
- 1 Canal de acero galvanizado
- 2 Montante de acero galvanizado
- 3 Revestimiento
- 4 Esquinero de acero galvanizado
- 5 Material aislante
- 6 Revestimiento
- 7 Tornillo auto-roscante cabeza de lenteja
- 8 Piso

4a) Instalación de esquineros

Una vez instaladas las planchas en ambos lados del tabique se procede a la colocación de los esquineros metálicos, como elemento protector en las aristas del tabique, los que se fijarán con tornillos o clavos, para luego ser cubiertos con Masilla Base o Compuesto para Juntas⁵⁵.

También puede utilizarse una cinta para las Esquinas, el cual requiere sólo de Masilla Base o Compuesto para Juntas en su instalación.

- 1 Esquinero de acero galvanizado
- 2 Revestimiento
- 3 Montante de acero galvanizado
- 4 Clavo de impacto
- 5 Canal de acero galvanizado
- 6 Material aislante
- 7 Revestimiento



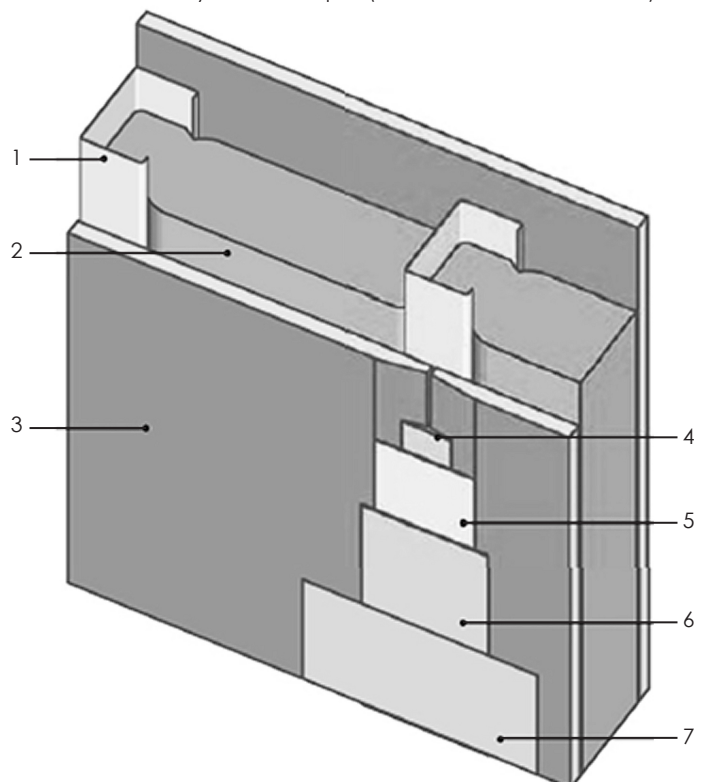
▲ 120. La colocación de los esquineros, sirve como elemento protector en las aristas del tabique. (Fuente: de la referencia N° 55)

▼ 121. se tapa las juntas entre las placas para darle un acabado uniforme y liso al tabique. (Fuente: de la referencia N° 55)

4b) Tratamiento de junta invisible

Para la unión entre planchas es recomendable aplicar sobre ella una primera capa de Masilla Base o Compuesto para Juntas, luego se aplica la cinta de papel micro perforado o de fibra de vidrio, seguido de una mano de Masilla Base o Compuesto para Juntas y finalmente una mano de terminación y/o acabado para dejar una superficie plana y lisa.

- 1 Montante de acero galvanizado
- 2 Material aislante
- 3 Revestimiento tableros
- 4 Capa de masilla base o compuesto para juntas
- 5 Cinta de papel micro perforado para juntas
- 6 Primera mano de masilla base o compuesto para juntas
- 7 Segunda mano de masilla base o compuesto para juntas



55. Tomado de: MANUAL DE DISEÑO PARA ARQUITECTOS / volco metal, solución constructiva / www.volcan.cl

Alternativas de materiales que se usan en la tabiquería en seco



Tabiquería modular con estructura metálica y recubrimiento en vidrio templado⁵⁶. Es un tabique totalmente translucido, manteniendo en comunicación las oficinas con las áreas de circulación, ganando luminosidad y visualmente se crea una sensación de amplitud.



Tabique modular con revestimiento de tableros aglomerados de chapa melamínica, la colocación de las placas de revestimiento se han colocado en posición horizontal, dejando notar las juntas entre los tableros.



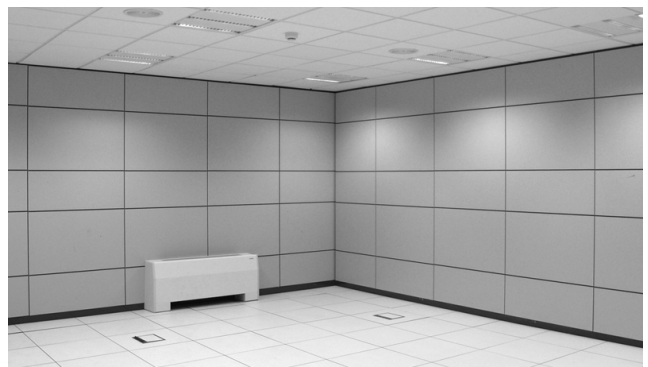
En la parte de atrás se observa el revestimiento de tableros que han sido colocados de manera horizontal. Sobresale el tabique de pavés de cristal con estructura de metal, a media altura.

◀◀ 122. Tabiquería modular con diferentes materiales de revestimiento. (Fuente: de la referencia N° 56)

56. Tomado de: las fotografías de tabiques modulares fueron tomadas de: www.acimco.com



En este Tabique modular los tableros de revestimiento colocados en posición horizontal, tienen una variación ya que se alterna una fila de tablero más ancha a la que le sigue. se denota una línea más gruesa en la parte inferior, que es un zócalo que actúa como unión entre el piso y el tabique.



Realizar un análisis descriptivo acompañado de detalles constructivos, brinda un apoyo visual y nos encamina de manera efectiva a la construcción de tabiques modulares, además de conocer los elementos por los que están formados los tabiques, realizar paso a paso los procedimientos para obtener resultados óptimos en el armado de los elementos de tabiquería en seco.

Después de haber realizado una representación de los materiales a usarse, hay que aprovechar las fortalezas de cada material y reforzar las debilidades que puedan presentar, en especial con la guadua Macana; pues al ser un material de la naturaleza debemos de seguir los cuidados que se han mencionado con anterioridad, para que la propuesta pueda ser duradera, segura y con excelentes acabados





capítulo cinco

DISEÑO DE TABIQUERÍA MODULAR EN CAÑA GUADUA







Normas de seguridad para tabiquería modular

Para conseguir un producto final bien elaborado, que pueda ser funcional, que económicamente sea viable; es importante seguir una metodología proyectual, esta consiste *simplemente en una serie de operaciones necesarias, dispuestas en un orden lógico dictado por la experiencia*⁵⁷, experiencia que se verá reflejada en datos y pruebas ya realizados por profesionales.

Para diseñar y construir tabiques modulares, indudablemente debemos seguir este orden lógico y como primer ítem es fundamental seguir las normas de seguridad, que se rigen en nuestro país, como las que tenemos en el "CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN", el cual en sus artículos referente a los tabiques dice lo siguiente:

TABIQUES⁵⁸

Los tabiques deben ser de estructura de madera reforzada con diagonales y con todas las piezas sujetas mediante clavos o anclajes metálicos. Deben revestirse con malla metálica, caña guadua o placas de materiales sintéticos. Se prohíbe el uso de materiales pesados para el relleno. Pueden utilizarse materiales livianos que ofrezcan aislamiento térmico o acústico.

En cuanto a los revestimientos se explica:

REVESTIMIENTO

Los revestimientos pueden ser de cualquiera de los materiales especificados a continuación:

- a) madera de espesor mínimo de 1,5 mm;
- b) placas de fibra sintética de espesor mínimo de 1 cm;
- c) placas de yeso con malla metálica;
- d) madera contrachapada o laminada;
- e) caña guadua con revestimiento de mortero de cemento;
- f) malla metálica con revestimiento de mortero de cemento; y,
- g) otros materiales permitidos por las ordenanzas municipales locales.

Una vez que sabemos los requerimientos que se deben de cumplir para realizar los tabiques modulares, lo siguiente será familiarizarnos de forma completa con los materiales que se va a trabajar.

El principal material es la caña guadua tanto en el diseño como en la construcción del tabique, la caña fue extraída del Cantón de Santa Isabel, que es el sector en donde se puede conseguir el bambú de una excelente calidad y gran durabilidad.

57. Tomado de: ¿Cómo NACEN LOS OBJETOS? / Bruno Munari / editorial Gustavo Gili, Barcelona – España, 1981

58. Tomado de: CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCION (C. E. C.) ADMINISTRACION, CONTROL Y ZONIFICACION. / Código De Práctica Ecuatoriano, parte 3. / Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN / Quito – Ecuador / 1999

Consiguiendo el material adecuado en una zona apta del Ecuador



123. Guadua Macana. (Carlos Brito)

Para el estudio de este proyecto se debe conocer de manera detallada el material con el que se va a trabajar, para ello se debe visitar zonas de crecimiento de la caña guadua, el lugar más cercano para nosotros en donde se puede conseguir guadua de excelente calidad es el "Valle de Yunguilla" --cantón Santa Isabel--, en donde se registra manchones de guaduales naturales.

La especie de caña que se da en mayor abundancia en el sector es la *Guadua macana*, este tipo de bambú presenta características y propiedades más adecuadas desde el punto de vista estructural, frente a otras especies, pues su tejido de fibras longitudinales (el más denso), conforma la mayor parte de la sección (de los tallos).

La guadua macana se da en lugares con condiciones adversas: pronunciadas pendientes, pocos nutrientes, baja humedad. Para el corte del material se buscó que la edad de la guadua extraída estuviera entre los tres y cinco años de edad, que es cuando la guadua presenta su mayor resistencia.

La guadua fue extraída del sector conocido como "Descanso Del Lobo" ubicado cerca de la unión en Yunguilla. En toda la zona a la caña guadua se le conoce como GUAMA y es utilizada por los agricultores para todo trabajo en sus terrenos.

El corte de la guadua se efectuó según las tradiciones y recomendaciones de los campesinos oriundos de Yunguilla, (en la madrugada) y se realizó el corte de los tallos a ras sobre el primer o segundo nudo localizado por encima del suelo. Una vez cortados los tallos se aplica el procedimiento de curado dentro del mismo guadual (curado en la mata), por un tiempo entre dos a tres semanas, para luego ser transportados.

Los tallos o cañas fueron cortados en tramos de 3 metros para facilitar el transporte hasta Cuenca, donde fueron almacenadas en un patio con cubierta, cuidándolas de la intemperie.

La guadua rolliza será utilizada para realizar la estructura del tabique y modificando su forma servirá también para el revestimiento.



Ubicación donde se consiguió la guadua



Ubicación del Ecuador en Sudamérica.



Ubicación de la Provincia del Azuay en Ecuador.



Ubicación del cantón Santa Isabel en la provincia del Azuay.



Ubicación del sector Descanso del Lobo donde se Cortó la caña guadua, en el cantón de Santa Isabel.

124 Se especifica la ubicación del sector en donde se pudo cortar la guadua para su uso en el tabique (Carlos Brito)

Combinación de materiales Naturales con Industrializados



125. Combinación entre eco-materiales con los industrializados. (Carlos Brito)



Si bien es sustentable utilizar materiales naturales como la caña guadua que es renovable a corto plazo, beneficiando al medio ambiente, no podemos dejar de lado la tecnología de los materiales industrializados, ya que las piezas fabricadas como son los acoples metálicos para tuberías tienen características como tipo, tamaño, aleación, resistencia, espesor y dimensión estandarizadas.

Estos materiales son comercializados y se las encuentra con facilidad en lugares para la construcción, en ferreterías, a un precio económico; son usados normalmente para la conexión de tuberías metálicas en sistemas de distribución.

Pero en este proyecto lo que se propone es que se use los acoples como sistemas de unión para la elaboración de la estructura del tabique, pues se puede combinar con la caña porque esta tiene la forma cilíndrica como son las tuberías, además en secciones de la guadua o en piezas enteras de caña rolliza, se encuentra justo la medida que entra en los acoples de metal.

Además la ventaja que podemos encontrar en la línea de accesorios metálicos galvanizados, es que podemos encontrar una variedad de productos, que sirve como elementos de unión; para que puedan ser adaptados a los distintos diseños para unir los elementos en cualquier ángulo. Una razón más es que la caña es comparada con la resistencia del metal, fusionando ambos materiales se obtiene una unión innovadora, que formaran una estructura resistente, para realizar diseños de tabique modular de excelente calidad, y larga vida útil.

◀126. Variedad de acoples que se comercializan a precios económicos. (Carlos Brito)

Tipos de acoples para diferente ángulo de inclinación

Un tabique para dividir los espacios se instala de acuerdo a las necesidades de los ocupantes, teniendo varias alternativas de ubicación y dependiendo de esta, se generan otros tipos de ángulo, como puede ser: encuentro de tabiques en las esquinas, o un encuentro de tabiques en forma perpendicular.

Es por eso que la fusión entre las guaduas y los acoples metálicos dan resultado; porque podemos encontrar estos acoples en distintos grados de inclinación que son para tres hasta cuatro entradas, dependiendo de la unión que se requiera. Ahora es cuestión de emplear bien los materiales y la forma de unión entre acoples y la guadua, formando un solo elemento rígido, ya que la estructura es la clave principal para la construcción en seco (tabiques) y este pueda fijarse al espacio de manera segura.

Estos tipos de acoples se deberán de usar en la medida de 1 ½" porque es el diámetro preciso que se ajusta a la caña guadua seleccionada para la propuesta.



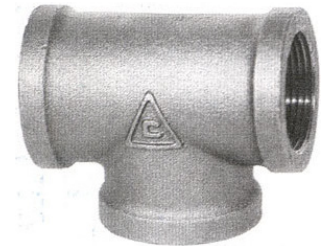
Codo de 45° galvanizado



Codo en ángulo de 90°



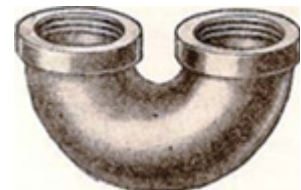
Y de tres brazos iguales



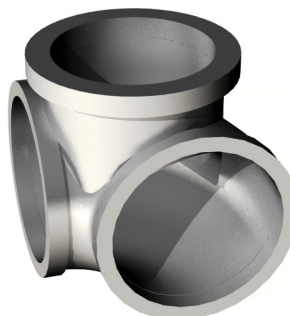
TE de tres brazos



Unión cruzada o en cruz.
Unión de doble T



Codo doble o en U.
Codo de retorno galvanizado



TE con dos entradas en ángulo de 90°



Y griega galvanizado

► 127. Tipos de acoples para diferentes ángulos de inclinación. (Fuente: MATERIALES INDUSTRIALES DEL SURESTE, S.A. DE C.V.)

Materiales metálicos que Forman la propuesta de unión



▲ Neplo de metal, medida 1 1/2".
(Carlos Brito)

El objetivo de la propuesta es una unión que puede transmitir un máximo de fuerza, que sea relativamente liviano, que tenga un alto nivel de prefabricación y que finalmente permita el montaje y desmontaje rápido y fácil de la estructura cuando se requiera.

La unión consiste en dos elementos de metal, conocidos, ya que son fabricados por la industria, como son los codos y el tubo de metal.

1 Un tubo metálico, se le conoce en el mercado como NEPLO, la medida que se usará es de 1 1/2". Tiene un diámetro de 4,5cm y 9cm de largo.

El tubo neplo, tiene rosca en sus extremos, para que pueda conectarse con los acoples y con las guaduas.

2 Codo de metal galvanizado de 90°, su medida en pulgadas 1 1/2".

Tiene un diámetro de 4,5cm, en sus entradas, aquí se enrosca con el "neplo".

3 Otra pieza que forma los elementos de unión es un tri-codo, que tiene tres entradas su nombre comercial es TE su medida es de 1 1/2".

4 Acople metálico de tres entradas en forma de T con la diferencia de que sus dos extremos están en ángulo de 90°.

128. Acoples metálicos que son los elementos de unión entre guaduas que formarán la estructura del tabique. (Carlos Brito)

▼ Codo de 90° galvanizado, medida 1 1/2". (Carlos Brito)



TE de 1 1/2". (Carlos Brito)



TE con dos entradas en ángulo de 90°. (Carlos Brito)



Preparación de la caña guadua para utilizar en la estructura

1. Las guaduas almacenadas ya seleccionadas tienen un diámetro de \varnothing 6cm.

Se procedió a cortar en las dimensiones requeridas 144,5cm de largo, para formar una estructura tipo.

(teniendo claro que se deberá cortar la caña de acuerdo a las medidas en donde se ha de colocar el tabique)

2. Para lograr un corte uniforme y recto, se debe señalar la caña con una cartulina, que envuelva a la caña, se coloca donde se quiera cortar y se señala con un marcador alrededor de la caña.

3. Se corta con una sierra o puede ser con amoladora

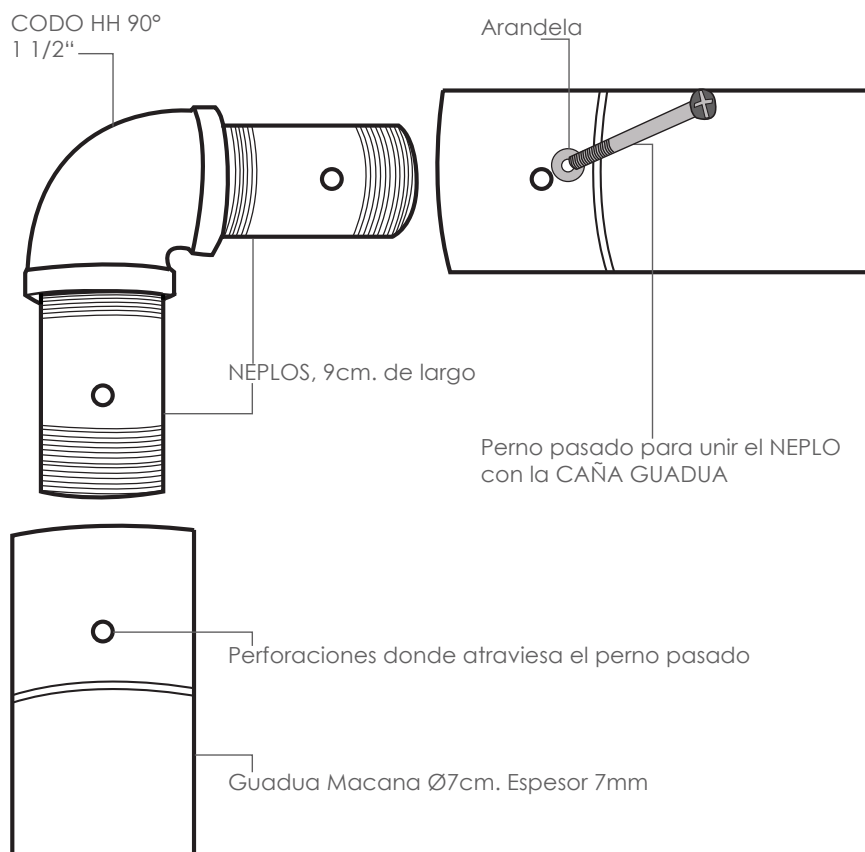
4. Siempre en los nudos de la caña se quedan hongos y líquenes que se tiene que limpiar, para ello se utilizó el esmeril con un disco para cepillar a la caña, además de lijas para limpiar a todo el tallo.

5. Para unir las cañas con los acoples haciendo un solo elemento; se debe perforar primero a la caña a una distancia de 3cm desde sus extremos. Esta perforación sirve para luego señalar al neplo (Tubo metálico) que entra en la cavidad de la caña y de igual manera perforar al tubo para que queden unidos por un perno que los atraviesa.

► 129. Proceso de preparación para que las guaduas estén listas para armar la estructura del tabique. (Carlos Brito)



Unión en Ángulo de 90°



Para formar la unión entre las cañas guadua se necesita de los acoples.

Primero se enrosca los neoplos en ambos extremos del codo de 90°

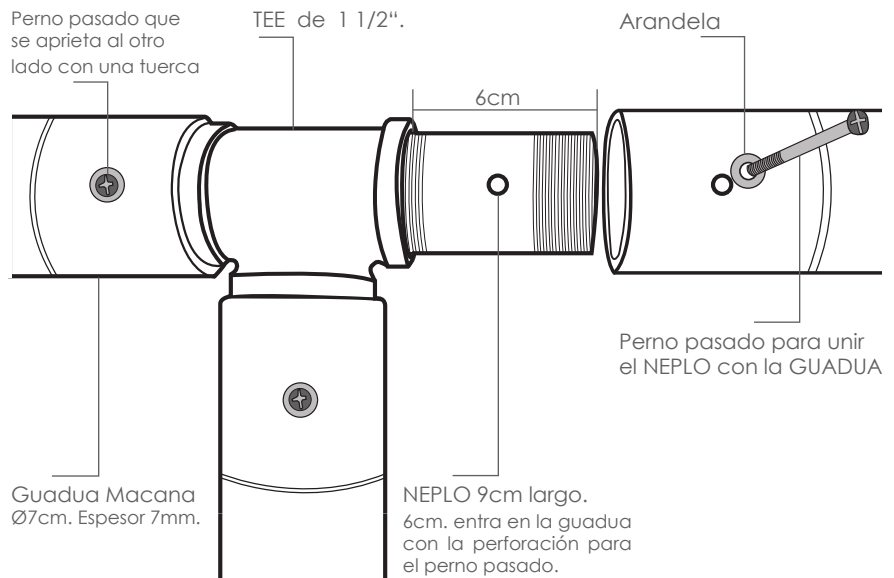
Este tipo de unión nos sirve para cerrar las esquinas de la estructura, en un ángulo de 90°; consiguiendo una estructura rígida y robusta, con una facilidad de instalación, empleando herramientas normales (el taladro, sierra, martillo, desarmadores, llave 8 de boca y corona para mecánica)



► 130. Detalle en despiece de la unión en ángulo de 90° (Carlos Brito)

◄ 131. Armado de prototipo de unión en ángulo de 90°. (Carlos Brito)

Unión en T



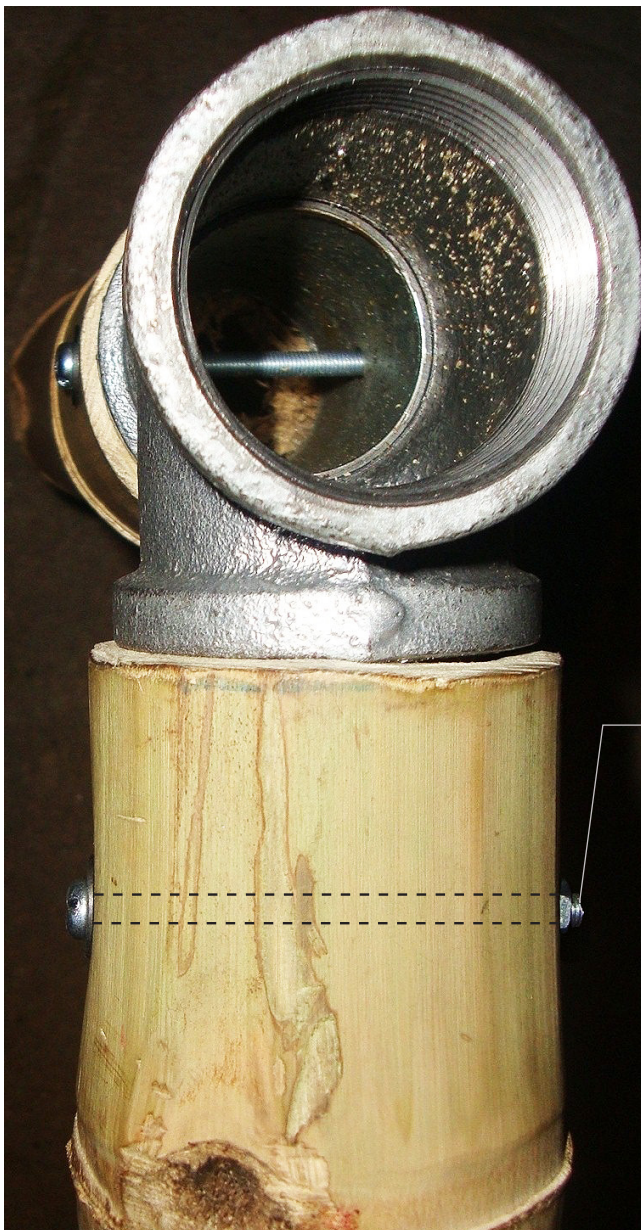
Para estas uniones metálicas lo primero es enroscar los neoplos en el codo, en este caso con una T.

Este tipo de unión entre larguero y travesaños nos da la facilidad de colocar y alargar la estructura para cubrir el espacio deseado. Teniendo la flexibilidad para realizar cualquier cambio después de montados, proceder a su desmontaje y nueva colocación súper rápida en un nuevo lugar, tantas veces como sea necesario.



▲ 132. Detalle en despiece de la unión con un acople en T que tiene tres entradas. (Carlos Brito)

► 133. Armado de prototipo para la unión entre larguero (*vertical*) y travesaños (*horizontal*). (Carlos Brito)



Perno Pasado

Una vez enroscado el neplo con la TEE, se introduce en la caña los 6cm que queda del neplo, (es mejor si se realiza cerca de un nudo de la guadua para mayor resistencia) luego de manera recta se realiza la perforación a los dos elementos con un diámetro que el perno entre sin dificultad para resistir mejor a la compresión.

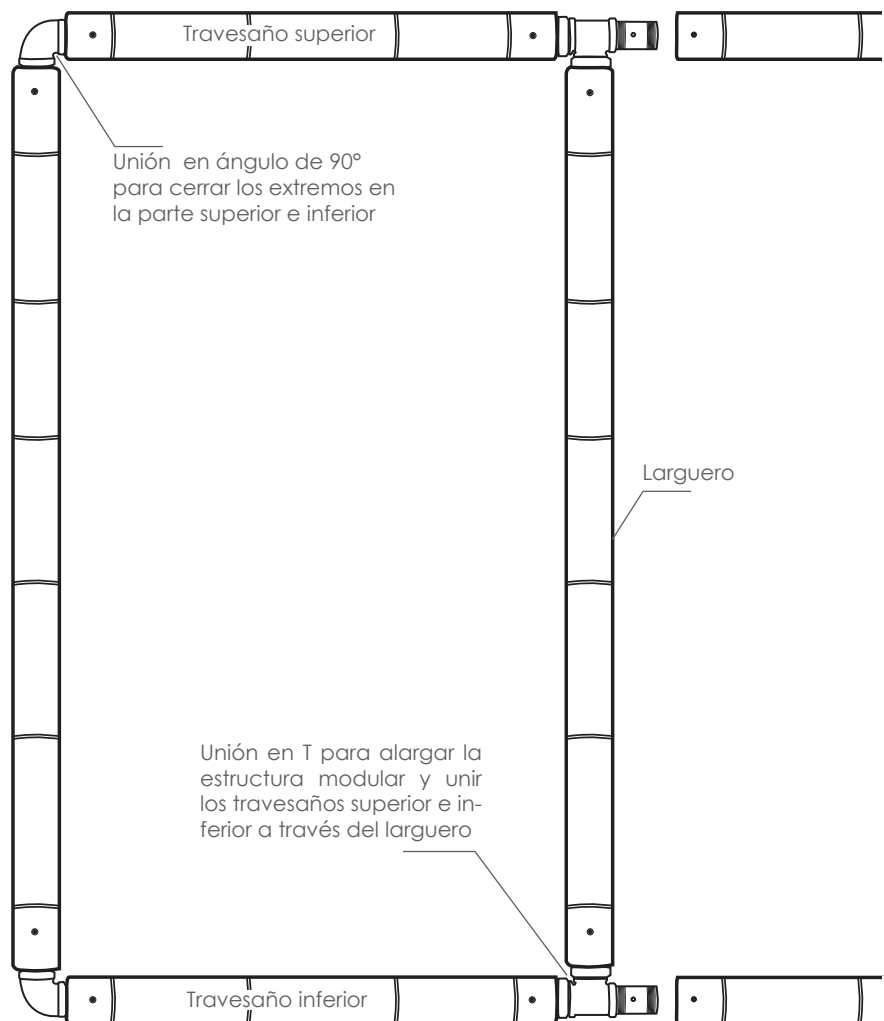
El perno tiene que llevar una arandela en ambos extremos, para que el perno no dañe a la guadua al momento de apretar la unión.

◀134. Detalle del perno pasado que une la guadua con el neplo. (Carlos Brito)



Una vez que está colocado el perno pasado, y por motivos de diseño se quiere acortar la longitud del tabique, cerrando sus extremos se puede cambiar de una TEE a un CODO de 90°, ya que solo es cuestión de aflojar la rosca de los neplos y sacar la TEE y en su lugar colocar el CODO de 90°.

◀135. Cambio de acople en caso que se quiera reducir la longitud del tabique modular. (Carlos Brito)

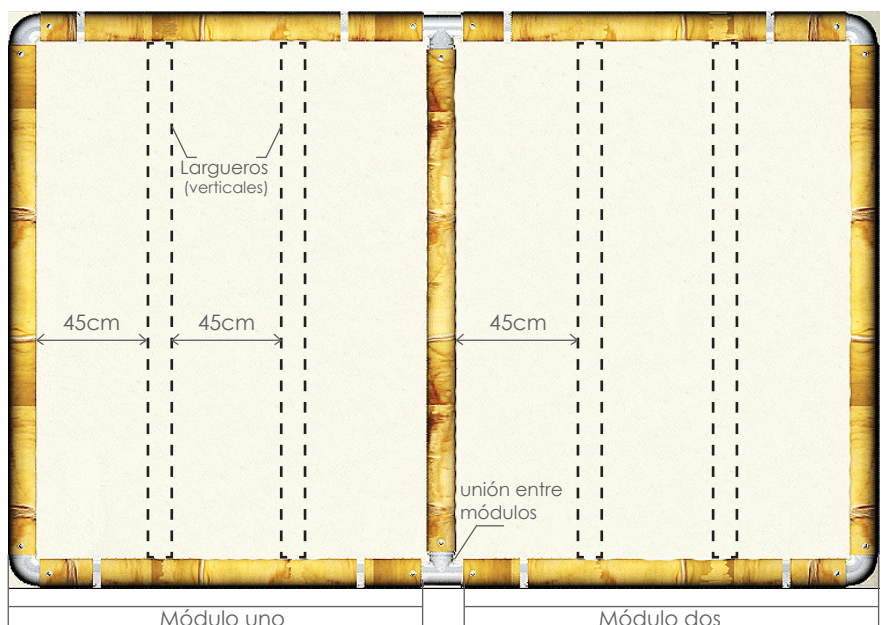


Proceso de armado de la estructura del tabique modular

Formado el bastidor del tabique, que está unido por los acoples metálicos en ángulo de 90° en sus esquinas y para alargar a la estructura en el centro está unido por el acople tipo T.

Ahora se debe estabilizar la estructura base, para ello se coloca largueros en medio de los travesaños, compartiendo el espacio entre cada larguero para que la estructura quede firme, y además para facilitar la colocación del revestimiento, ya que los largueros sirven como punto de apoyo.

Se colocan con una separación de 45cm y se sujetan a los travesaños.



► 136. Armado de la estructura y unión entre los módulos. (Carlos Brito)



137. Platina de metal, resistente para usarla como elemento de unión. (Carlos Brito)



1



2

Colocación de nuevos largueros usando como unión la platina metálica

Para unir estas nuevas guaduas a la estructura que esta armada se utilizará como elemento de unión: la platina de metal.

Dimensiones

6m de largo

2cm de ancho

3mm de espesor

La platina se corta en segmentos de 9cm y se perfora en sus extremos a la medida del perno que va a pasar por las platinas.

Luego se señala la caña que va a ser colocada como larguero y también se señala al travesaño para perforarlos; de esta forma pueda pasar el perno por las cañas y por las platinas, estas últimas van a los dos lados de la estructura para sujetar al larguero y travesaño formando un solo elemento, logrando una estructura sólida para resistir su propio peso y para poder instalar los paneles de recubrimiento.

138. Procedimiento para conseguir los elementos de metal que forman la unión. (Carlos Brito)



3

Perno que asegura la unión

Dimensiones

Perno de 3/16 de 4"

Tiene 0,5cm de diámetro y 10cm de largo.

Cada perno tiene que llevar arandela y tuerca para asegurar la unión.

El perno traspasa, bien sea a la platina junto con la caña, o puede traspasar al acople junto con la caña guadua.

Para evitar la corrosión en los elementos metálicos, deben de ser galvanizados, así estos materiales no se oxidaran, y además se impide que con el tiempo ese oxido dañe a las piezas de guadua en el interior de sus paredes.

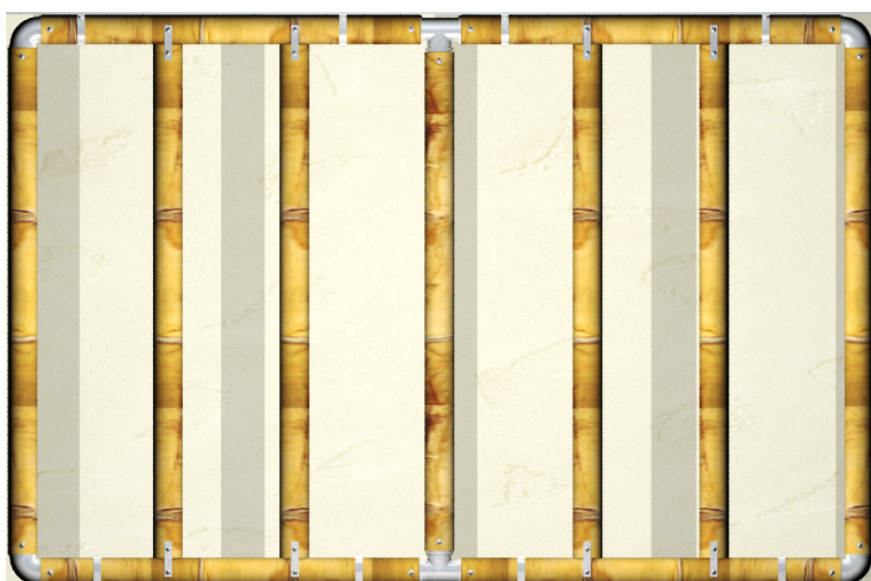


139. Pernos, tuercas y arandelas galvanizadas que serán utilizadas para sujetar los tipos de unión a emplearse en el proyecto. (Carlos Brito)

Alternativas de unión con la platina metálica usando los cortes en la guadua



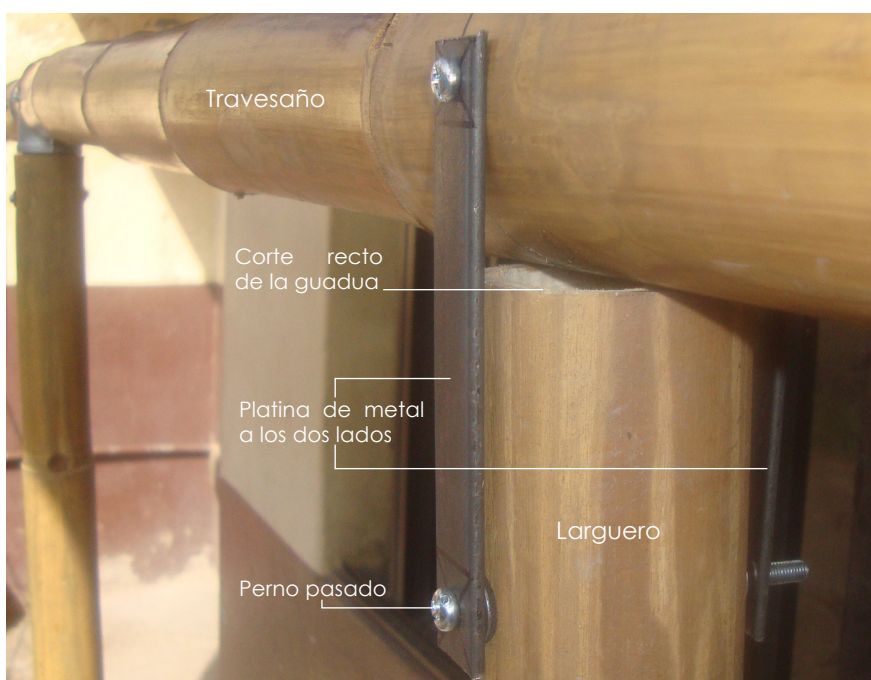
Colocación de largueros usando el corte recto



Los cortes en la guadua son esenciales al momento de unir dos o más piezas, ya que fortalecen la resistencia de la unión. Los cortes más utilizados, que mejores resultados han demostrado en la práctica y que se acoplan de manera segura al prototipo del tabique, son el corte recto y el corte boca de pescado.

Como primera opción se aplicó el corte recto en los largueros que sirven de apoyo en la estructura, dando un óptimo resultado porque estos largueros se cortan de modo que entre al cuadro de la estructura con una ligera presión.

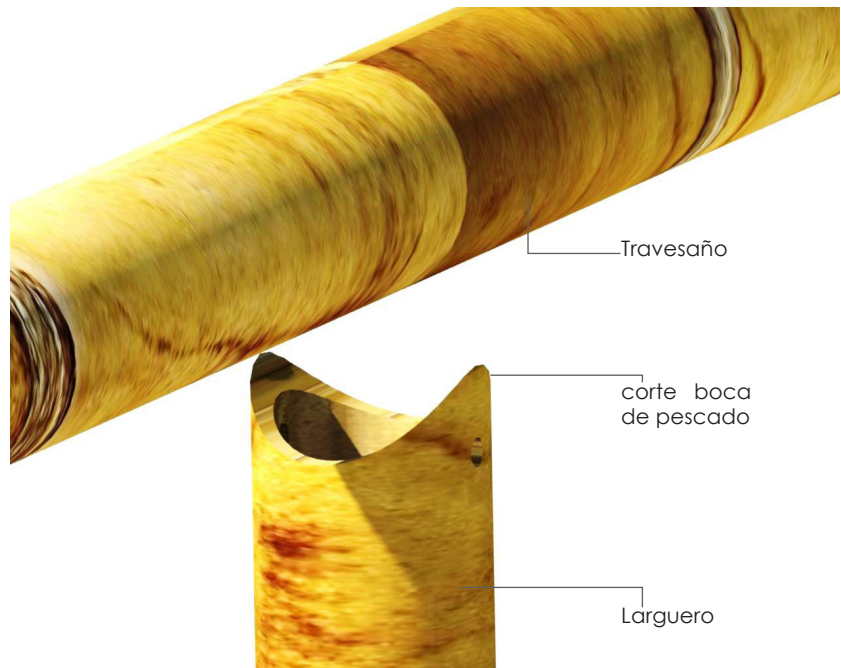
Una vez colocados con su separación adecuada se procede a fijar los largueros por medio de la unión con platina metálica en los dos lados del larguero y del travesaño y sujetas con los pernos que atraviesan las guaduas y la platina.



140. Vista frontal del tabique modular usando el corte recto para colocar los largueros de apoyo.

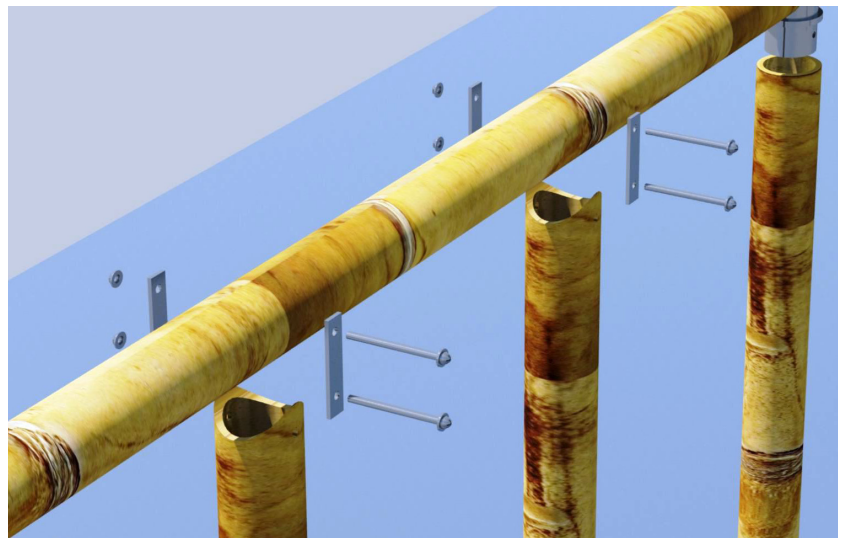
141. Detalle de unión entre larguero y travesaño aplicando las platinas metálicas y el perno pasado. (Carlos Brito)

Colocación de largueros- con el corte boca de pescado



Otra opción que es muy adecuada, es utilizar el corte boca de pescado en los extremos de los largueros de apoyo, porque los elementos de guadua quedan acoplados, esto ayuda a que la unión sea segura, el acabado del corte da un realce a la sujeción.

Para completar el ensamble se recurre al mismo procedimiento que se utilizó en el corte recto, como son las platinas metálicas y el perno pasado.



◀▶ 142. Detalle en despiece de la unión entre larguero y travesaño con el corte boca de pescado asegurada por el sistema de la platina.

▼ 143. Unión armada y colocados los largueros de apoyo en la estructura base. (Carlos Brito)

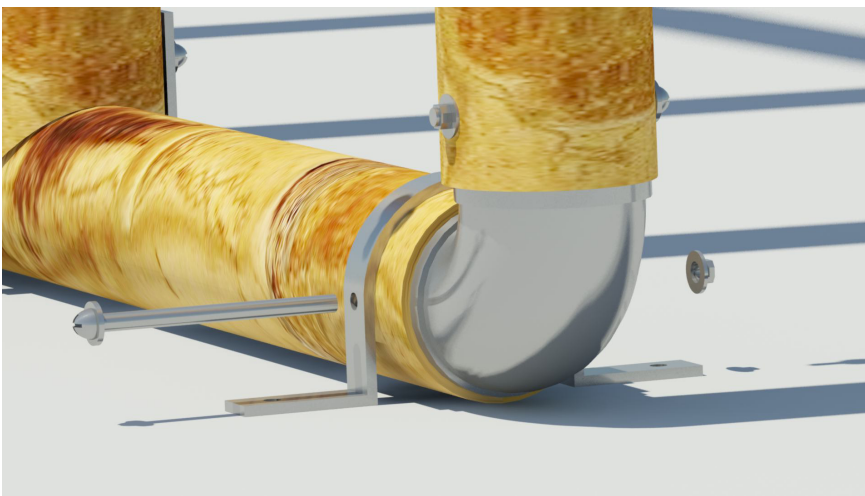


Unión para fijar la estructura al piso y a la losa superior



Una vez realizada la estructura, lo siguiente que se realiza es instalar en el lugar deseado, para ello, es necesario de un sistema de unión que fije la estructura, al piso y también con la losa superior.

El sistema propuesto es de utilizar la platina de metal, (misma que se usó en la anterior unión) doblarla en el diámetro de la caña guadua (travesaños) en forma de U, y doblando dos partes hacia afuera, que serán perforadas para introducir el perno auto-roscante que se sujeta en el piso y en la losa superior.



Para lograr mayor seguridad en la unión se utilizó el sistema de perno pasado que atraviesa a la U metálica junto con la caña guadua, de esta forma no se moverá hacia los lados el tabique modular.



► 144. Unión metálica en forma de U con perforaciones para colocar los pernos.

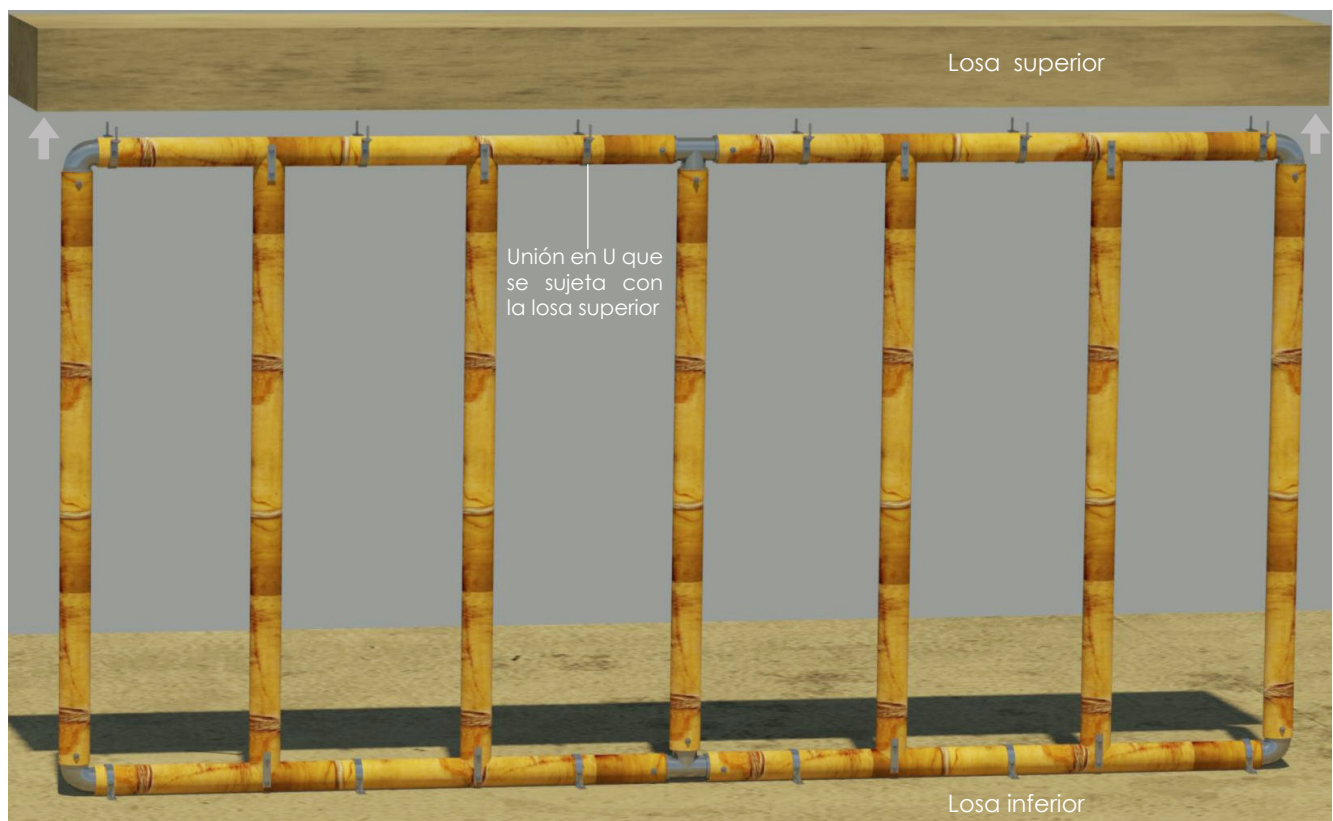
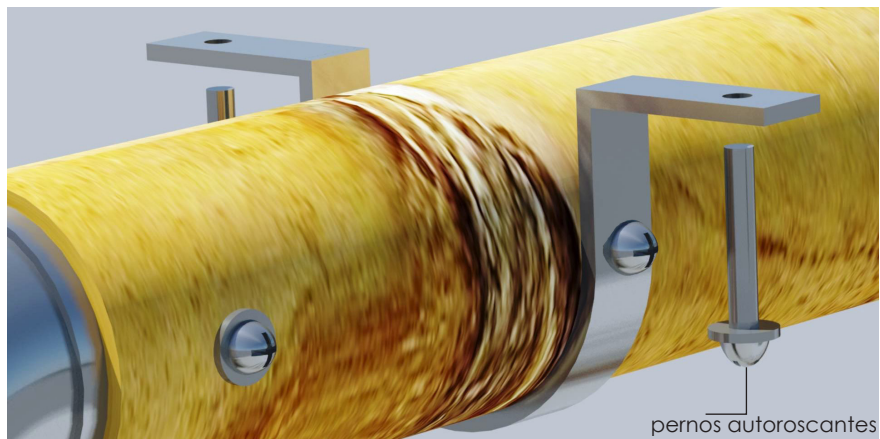
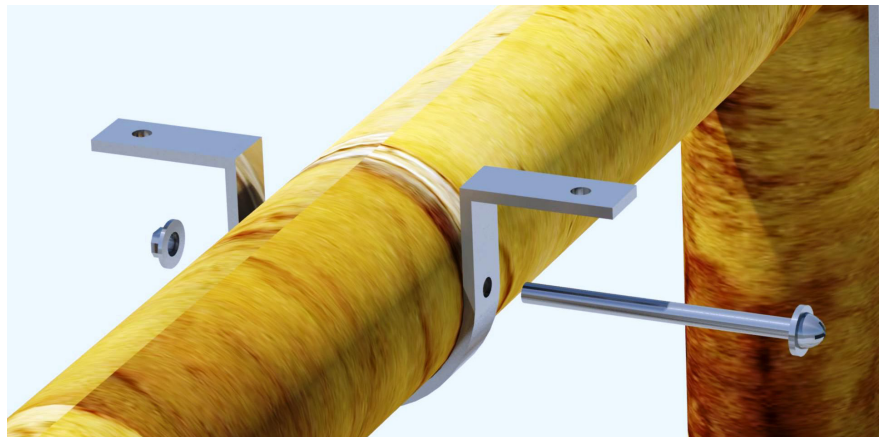
► ◀ 145. Detalles de la colocación de la U en el travesaño inferior que se sujeta en el piso (Carlos Brito)

Tanto en la parte superior como en la inferior, la unión en U se empieza a colocar desde las esquinas, la primera se coloca en el perno pasado que sujeta al neplo y la caña, dando como resultado la unión entre el neplo, la caña y la U de metal.

Para colocar la segunda U tendrá una distancia de 55cm, fijando de manera segura el tabique a la superficie.

►146. Detalles de la colocación de la U en el travesaño superior que se sujeta en la losa superior (*entrepiso*)

▼147. Vista frontal de la instalación del tabique contra el entrepiso. (Carlos Brito)



Encuentro Tabique – Muro De Hormigón

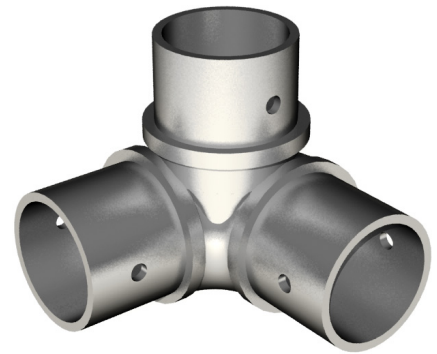


Así como se procedió a colocar la unión metálica que se sujetara tanto en el piso como en la losa superior; de la misma forma se sujeta el tabique al muro, utilizando la unión en forma de U.

Se perfora la pared con el fin de introducir los tornillos autoperforantes que sujetan la U, quedando la estructura estable en el área a dividirse.

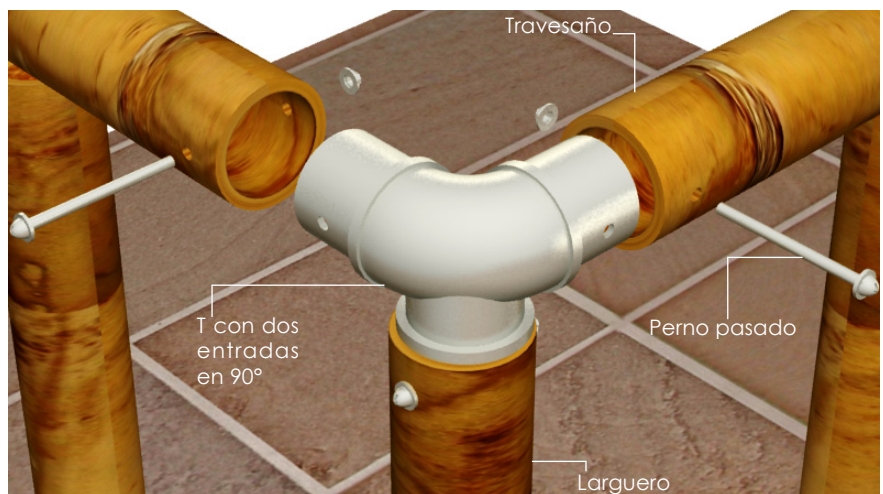
148. Encuentro del tabique con un muro de hormigón, que se sujeta con la unión metálica en forma de U. (Carlos Brito)

Unión para encuentro de tabiques en esquina



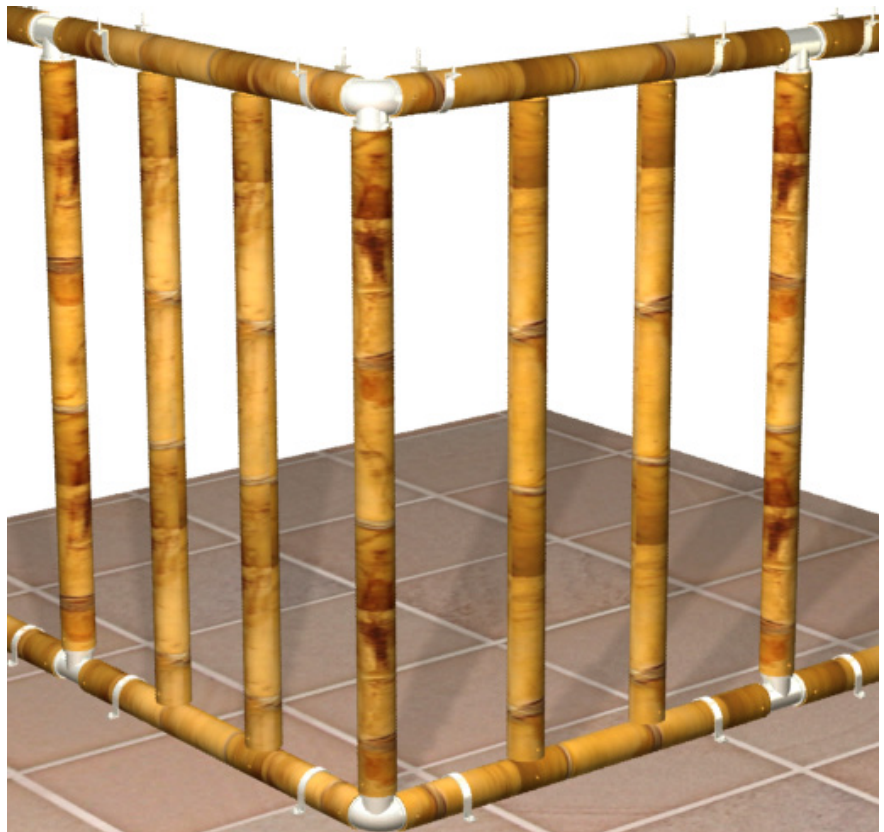
Realizando el mismo procedimiento para unir los caños guaduas con la unión que estará enroscada respectivamente con los "neplos" en sus tres entradas.

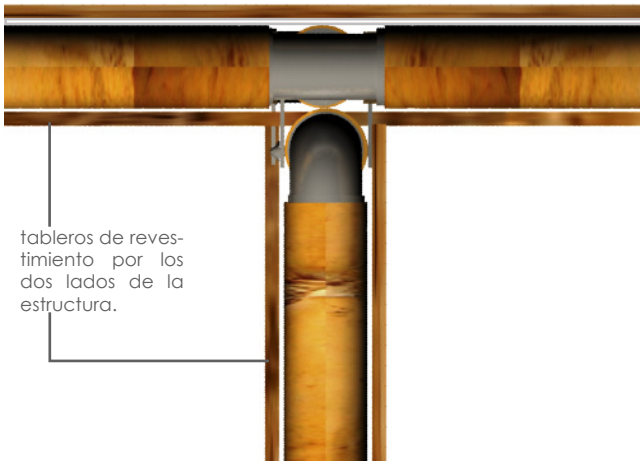
Esta unión nos permite estructurar a los dos tabiques encontrados en una esquina, ya que se puede unir con un larguero los travesaños que se cruzan; colocando los acoples en la parte superior e inferior, de esta manera la estructura se cierra en la esquina formando un ángulo de 90°. Luego se recubre con los tableros de caña para su acabado.



◀ 149. TE con dos entradas en ángulo de 90°

▶ 150. Detalle en despiece de la unión de encuentro de tabiques en la esquina. Vista del encuentro de tabiques en esquina. (Carlos Brito)





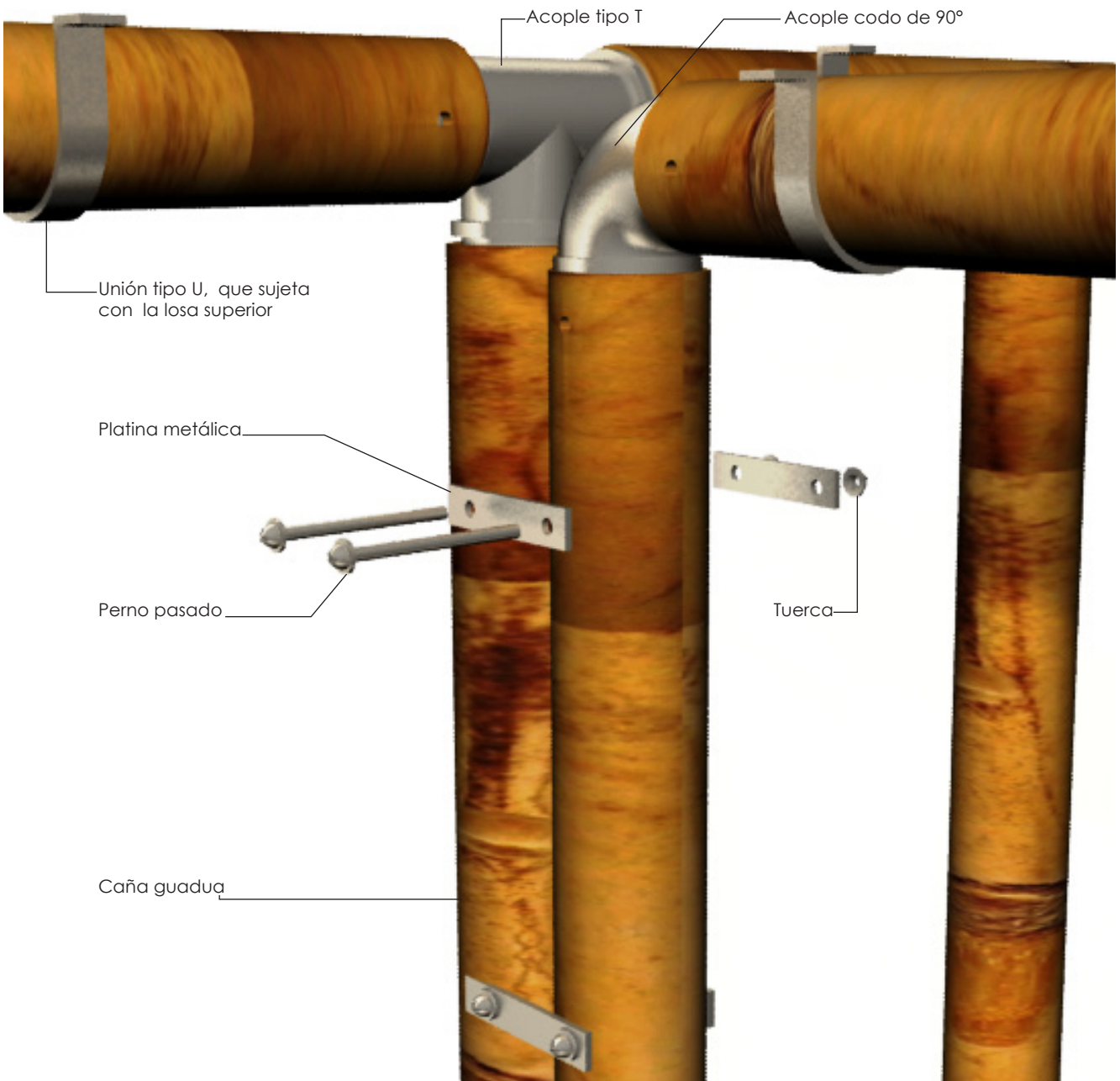
tableros de revestimiento por los dos lados de la estructura.

Encuentro perpendicular **entre tabiques**

En casos donde se cruzan dos tabiques formando en el punto de encuentro una T. Se deberá de ensamblar a los dos elementos por medio de platinas metálicas que se sujetan las estructuras por medio de pernos pasados, que se aprietan al otro lado con una platina y la tuerca.

◀ 151. Vista en planta del encuentro perpendicular entre dos tabiques

▼ 152. detalle en despiece del encuentro entre dos tabiques. (Carlos Brito)



Unión tipo U, que sujeta con la losa superior

Platina metálica

Perno pasado

Caña guadua

Acople tipo T

Acople codo de 90°

Tuerca

Revestimiento de la estructura

Para instalar el revestimiento de la estructura se puede utilizar la guadua en distintas formas, depende del corte que se realice, este se puede hacer manualmente y también de forma industrial como los tableros.

A continuación se describen los métodos que se utilizaron para la concreción de la estructura:

- A.** Tableros Prefabricados (elaborados industrialmente con aditivos pegantes que unen varias capas de guadua formando los tableros o planchas, con medidas estándar.)
- B.** Caña picada o esterilla (abrirle al culmo formando un tablero)
- C.** Guadua entera o rolliza (el culmo en su forma natural)
- D.** Media caña (el culmo cortado longitudinalmente por la mitad)
- E.** Latas y latillas (varios cortes longitudinales alrededor del culmo)

A. Colocación de tableros prefabricados elaborados de caña guadua

Para cubrir la estructura y se convierta en una división de espacios que pueda mejorar sustancialmente las condiciones acústicas, térmicas, para ello la mejor solución es revestir con paneles, y para mejor desarrollo de la caña, una buena opción puede ser, utilizar productos elaborados de caña, como los tableros fabricados por la firma ECOMATERIALES, que han sido sometidos a pruebas de calidad.

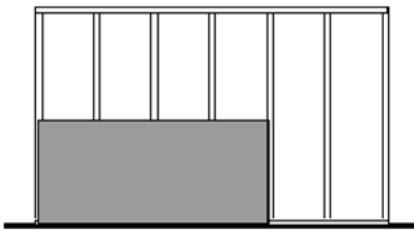
Un proyecto de gran importancia que impulsa el desarrollo de los ecomateriales es la "Planta Piloto de investigación" que promueve la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, donde expertos ejecutan los trabajos, teniendo como fin desarrollar ecomateriales, materiales alternativos de construcción cuya característica esencial es ser ambiental y económicamente sostenibles⁵⁹.

Su forma de aprovechar al bambú es realizar Tableros De Bambú Guadua, que en el caso de los tabiques modulares nos sirve para aplicar estos tableros como revestimiento de la estructura, ya que son productos nacionales que se encuentran en el medio y son más económicos.

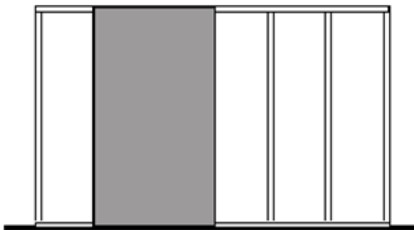


153. tableros prefabricados de caña guadua ECOMATERIALES.
(Tomado de: www.eco-materiales.net)

⁵⁹. En los **anexos** se encuentra de forma detallada una descripción del proceso productivo para la obtención de los tableros de caña guadua ECOMATERIALES



154. Instalación de tablero en posición horizontal



155. Instalación de tablero en posición vertical. (Carlos Brito)

Aquí se realiza un ejemplo de instalación del tablero TRIP-BAM en posición vertical. Una vez colocado los tableros por una de las caras del tabique, una opción para obtener mejores resultados de aislación termo-acústica; es rellenar el espacio que queda en la cámara de aire, por materiales que tienen superior poder de aislamiento como por ejemplo: la fibra de vidrio, el poliestireno expandido, el corcho, el poliuretano, lana de oveja, el lino, la fibra de coco, la celulosa.

156. instalación de tableros, los fabrican en forma de planchas de iguales dimensiones largo 2,44m; ancho 1,22m; espesor 3cm. (Carlos Brito)

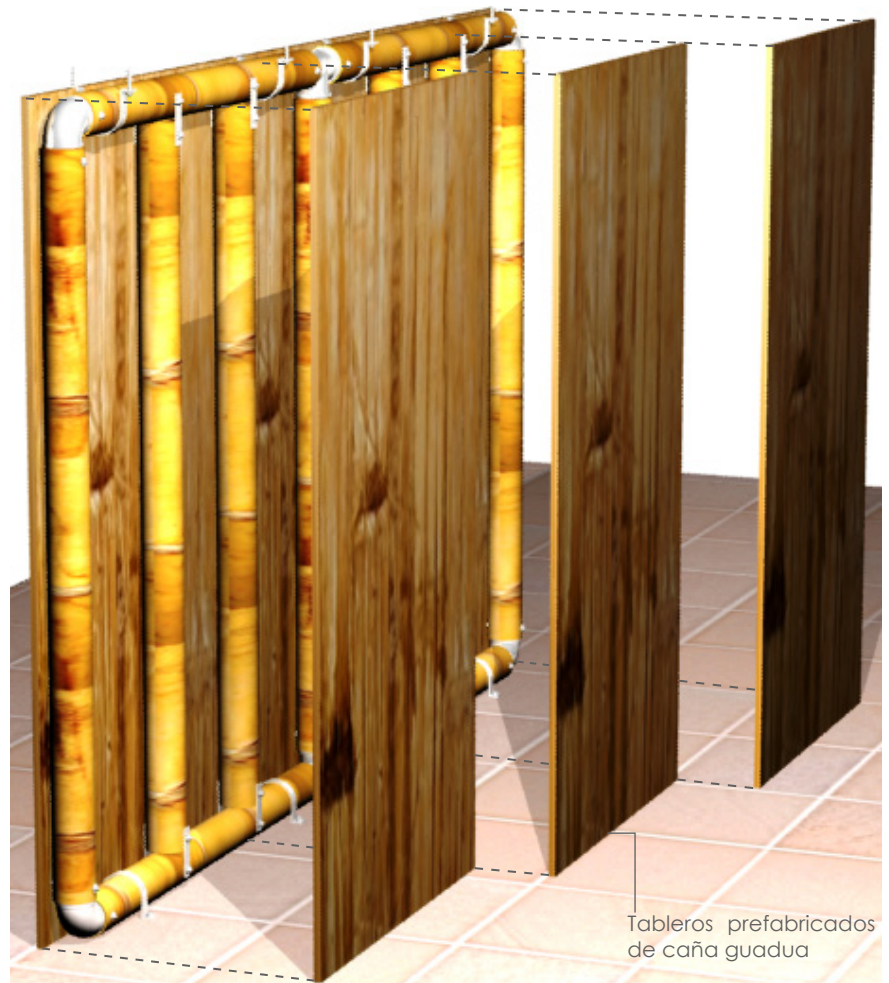
Los tableros se pueden colocar de dos maneras: horizontal y vertical.

Todo depende del peso del tablero y también del diseño y aspecto final que se quiera dar al tabique.

La misma condición que se usa con revestimientos de yeso o cualquier otro material, se aplica a los tableros de caña; que se debe de fijar la lámina con tornillos a cada 25cm a lo largo de los montantes.

Las planchas deberán estar dimensionadas para la altura de piso a cielo requerida, considerando dejar una dilatación con relación a la losa de hormigón de aproximadamente 15 mm. Se dejan 10 mm de separación inferior y 5mm de separación superior.

Los tableros (EcuBam, PlasBam, TripBam, EsterBam)⁶⁰ tienen que colocarse a ambos lados de la estructura, creando una cámara de aire entre los paneles paralelos que tienen una separación de 10cm



Tableros prefabricados de caña guadua

60. Tomado de: "Planta Piloto de investigación, producción y transferencia tecnológica en uso de Eco-materiales innovadores para la construcción de vivienda de bajo costo". Impulsado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, www.eco-materiales.net

Material de aislación

Una alternativa para la aislación puede ser la fibra de vidrio (lana mineral) ya que se puede encontrar con facilidad en el mercado, es más económica con respecto a otros materiales de aislamiento. A continuación se describe las características del material y en los anexos se puede conocer detalladamente sobre más materiales aislantes.

LANA MINERAL

Material

La fibra de vidrio es una fibra sintética, que se utiliza como aislamiento térmico y acústico, resistente frente a microorganismos y parásitos, y no se pudre, pero se debe de proteger frente a la humedad.

Aplicación

Los paneles y los tableros pueden utilizarse de muchas maneras en muros, por ejemplo, en la cara exterior de los muros de fábrica, protegidos de la intemperie mediante un revestimiento.

Como la lana mineral es incombustible, su uso es apropiado en zonas con elevados requerimientos ignífugos.

Fabricación

La lana de vidrio se compone de arena de cuarzo, carbonato sódico, piedra caliza, dolomita, feldespato y bórax, con un contenido de vidrio reciclado de hasta un 70%.⁶¹

Dimensiones

Espesor [mm]: 20 – 200

Formato [mm]: 600 – 625 - 1.200

Longitud [mm]: 1.200 – 1.250 - 6.000

Conductividad térmica: $\lambda_R = 0,035 - 0,050 \text{ W/mk}$

Factor de resistencia a la difusión del vapor: $\mu = 1 - 2$

Densidad aparente: $\rho = 12 - 250 \text{ kg/m}^3$

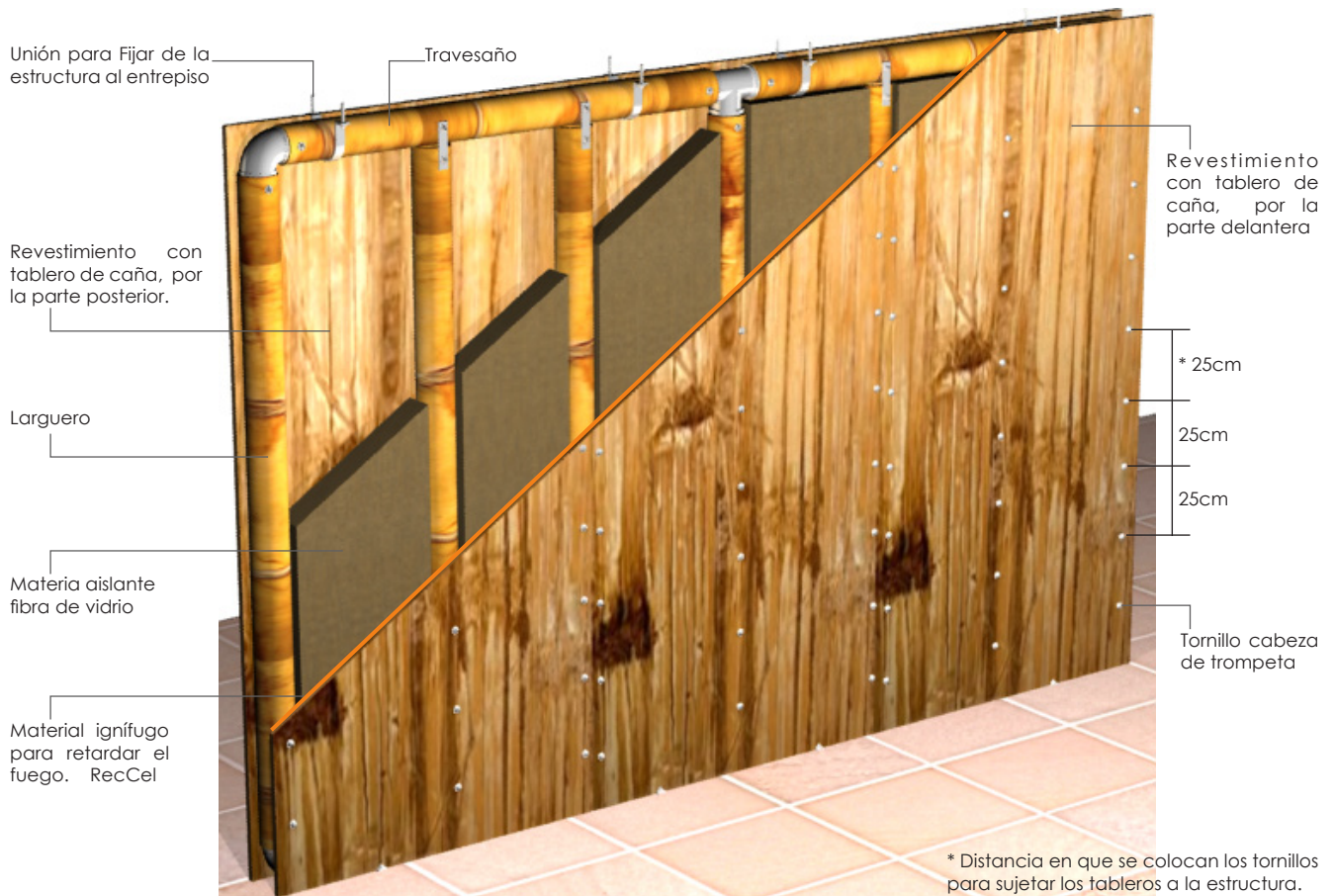
Capacidad térmica: $C = 115 \text{ kJ/m}^3\text{K}$



157. Muestra del material aislante fibra de vidrio. (Fuente: de la referencia N° 53)

61. Tomado de: MANUAL PRO-GYP / sistemas en placas de yeso laminado/ Paseo de la Castellana 77 28046 Madrid / www.progyp.es

Secuencia De Montaje



158. Secuencia de montaje del tabique con tableros de guadua como revestimiento y en su interior colocando un material aislante.

159. tornillos auto perforantes que se utilizan para asegurar los tableros del revestimiento a la estructura. (Carlos Brito)

Para la colocación de los tableros hechos de caña guadua, se fijan a la estructura por medio de tornillos autoperforantes (tornillo cabeza de trompeta) que se tendrán que colocar cada 25cm para asegurar bien el tablero a la estructura.

La instalación de tableros prefabricados de guadua es una opción excelente ya que es un producto nacional, es asequible y de alta calidad, pero el objetivo principal del proyecto es promover al bambú guadua usándolo desde su estructura y si los tableros fueran la única posibilidad no tendría sentido usar la caña, porque la estructura queda totalmente cubierta. Es por eso que se realizó varios diseños para revestir a la estructura y que esta sea parte del acabado final, mostrando sus uniones y su versatilidad para usarlo como soporte y como fachada del tabique modular.

El recubrimiento que se utilizó similar a los tableros prefabricados fue caña picada, porque se ocultó la estructura, esto se realizó con la intención de mejorar las condiciones termo-acústicas.

B. Instalación de la caña picada como tablero de Revestimiento

A lo largo de los tableros de esterilla, se cruzaron unas tablillas de caña para que el tablero sea más resistente, esto se ubicó en la parte interna de la esterilla.

Luego se procedió a darle color a la caña con brea diluida, con el fin de proteger al tablero de insectos como la polilla. Se coloca la esterilla separado 1cm del suelo para que no se golpee la parte inferior

Finalmente se sujeta con tornillos cabeza de trompeta cada 25cm tanto en el perímetro del tablero, como en su interior.

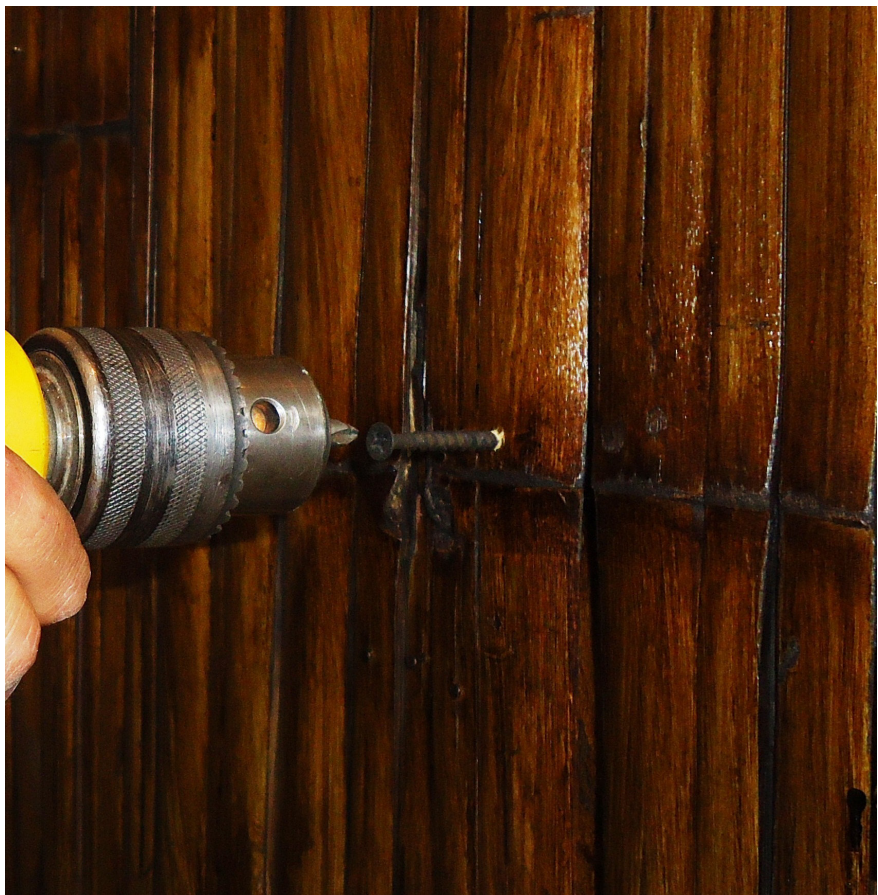
160. Proceso para la instalación de los tableros de caña picada. En la primera fotografía se muestra como en la parte interior del tablero se colocó unas tablillas cruzadas para que tenga mejor agarre al momento de apretar los tornillos que sujetan el tablero a la estructura. (Carlos Brito)



Cara interna del tablero



Cara externa del tablero





C. Caña rolliza como Diseño de revestimiento en la estructura del tabique

En el espacio que queda entre los largueros de la estructura base, se realizó la concreción con guaduas que mantienen su forma original (rolliza), estas se sujetan a los largueros por medio de sogas que pasan por el medio de las cañas previamente perforadas con taladro, de manera que la soga pueda entrar libremente por las guaduas y por los largueros (montantes).

En un extremo de las sogas se apretó con bridas y luego se hizo un nudo para que la soga quede sujeta al montante de esta forma se puede estirar la soga hasta que llegue al otro montante.

A las guaduas que iban a ser colocadas como recubrimiento se perforo todas a una misma altura para poder pasar la soga por las cañas, quedando fijas dentro de la estructura. Una vez colocadas las guaduas se procedió a estirar la soga y por ende a apretar las guaduas para que queden firmes y rectas las cañas del revestimiento, y para mantener su posición se agarró en el otro extremo también con brida y rematando con un nudo la sujeción.

161. Pasos que se siguió para obtener el revestimiento de la caña rolliza que actúa como parte de la estructura, porque esta queda vista. (Carlos Brito)

D. Revestimiento a media caña



Para conseguir dividir a la guadua por la mitad longitudinalmente se realiza el corte en una sierra eléctrica. En el diseño de media caña, se puede visualizar el interior de los nudos, como detalle, con la intención de mostrar, el porqué es tan resistente la guadua.

Las medias cañas se van uniendo por medio de pernos cada 25cm y su posición se va alternando realizando un efecto de ondulaciones como si de una colocación de tejas se tratase.

Las medias cañas son colocadas en la estructura a través de tornillo cabeza de trompeta, para agilizar el trabajo a la hora de su instalación en la estructura principal.



162. Procedimiento practico para el recubrimiento de la estructura, dividiendo en dos partes la caña guadua para colocarlas alternando su posición, de manera que muestren el interior de la media caña y también su parte externa. (Carlos Brito)

E. Tablillas como revestimiento



Tablillas tipo persiana



Tablillas con estructura tipo panel



Las tablillas que se cortaron en menor longitud se utilizaron de dos maneras distintas:

Tablillas tipo persiana

La intención de este diseño es que las áreas que van a estar divididas tengan continuidad en el recorrido visual y den la sensación de amplitud al espacio; ya que se puede ver hacia el otro lado teniendo comunicado a las dos zonas.

Tablillas con estructura tipo panel

Las tablillas se arman por paneles teniendo una alma de madera, al momento de instalarse los paneles simplemente se atornillan a la estructura principal, estos paneles se colocan por las dos caras del tabique sin dejar visibilidad entre las áreas.

163. Detalles de la colocación de tablillas como revestimiento, según el diseño del tabique y el resultado que se desea conseguir, como puede ser; para tener contacto con el espacio dividido, o totalmente aislado entre las dos estancias. (Carlos Brito)

Tablillas tipo tejido

Mientras que las tablillas de mayor longitud se colocaron de manera tipo tejido, es decir, alternando su posición de acuerdo a una caña de menor diámetro que atraviesa por la mitad de las tablillas, así que una tablilla va delante del carrizo y la siguiente va por detrás. En la parte superior e inferior se colocó una canal hecha de madera para que entren un poco a presión las tablillas de este modo se asegura de que no se salgan de su posición.

Este tipo de concreción para llenar los espacios de la estructura también mantiene comunicado a las dos áreas divididas ya que quedan aberturas donde queda una visibilidad indirecta entre ambas estancias.



164. Detalle fotográfico de las tablillas de mayor longitud que se utilizaron como revestimiento de manera que representa el tejido de las canastas realizadas con fibras naturales, por comunidades de nuestra región.
(Carlos Brito)

Unión para la instalación de espacios virtuales



Un tabique puede ser de dos formas:

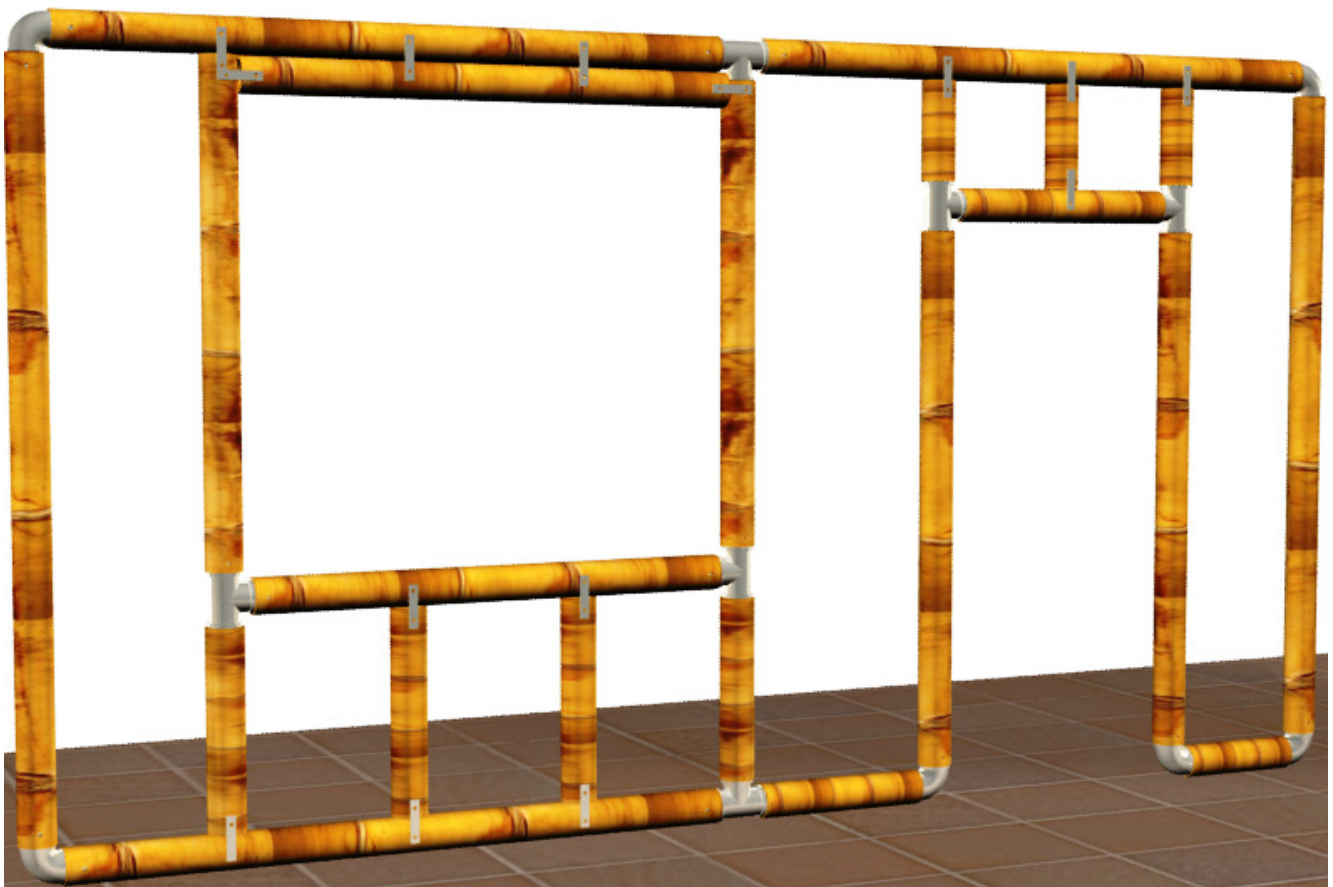
- . Tabique cerrado (sin aberturas)
- . Tabique con espacios virtuales

En el proyecto, el prototipo de tabique modular, cuenta con dos espacios virtuales, y como son de dimensiones menores, se optó, por utilizar la unión de la platina metálica que sujeta a las guaduas por los dos lados, atravesadas por el perno pasado.



◀ 165. Detalles de unión para colocar las guaduas en posición horizontal que forman los espacios virtuales. Estas uniones realizadas con la platina y el perno pasado se aplican para: espacios virtuales en los que no sirven de acceso, sino más bien como entrada de luz. (Carlos Brito)

▶ 166. (Página siguiente) Vista en perspectiva de la estructura de un tabique modular que cuenta con espacios virtuales para el paso de luz y para la circulación de las personas. En cada esquina tanto de la puerta y de la ventana como son de mayores dimensiones, se colocó acoples metálicos para cerrar de manera segura y firme, para que al momento de instalar el revestimiento el tabique se mantenga estable en todas sus esquinas. (Carlos Brito)



Pero en el caso de que el tabique tenga dimensiones mayores y sea para la división de una oficina por ejemplo, en las que sea necesario contar con espacios virtuales como una puerta o una ventana.

La unión en este caso debe de cerrar las esquinas para que haya continuidad entre el larguero y los travesaños, un claro ejemplo sucede en las puertas donde sus esquinas deben ser resistentes para que toda la estructura siga fuerte, aquí se hace necesario el uso de los acoples metálicos, también son útiles en los espacios virtuales que tienen mayor luz, pero todo depende del diseño en donde se colocan los espacios virtuales, y las distancias entre las guaduas, teniendo en cuenta estas recomendaciones, podemos combinar los tipos de unión para los espacios virtuales según sean nuestras necesidades.

Materiales Complementarios Para Los Espacios Virtuales

Si bien se puede dejar libres los espacios virtuales, también podemos dar un acabado distinto, para que los espacios nos puedan contar una historia o relacionarnos con nuestras tradiciones. Estas sensaciones se logran complementando a la caña guadua con materiales nobles que se fusionan con el tabique, obteniendo una armonía entre materiales y las técnicas aplicadas.



En el primer espacio virtual se rellenó con paja toquilla, que fue tejida por las hábiles manos de las tejedoras del SigSig.

En un diálogo con las artesanas explicaron que la técnica utilizada fue de chullado brisa de una paja y fue combinada con caladuras para tener visibilidad cuando se ajuste al espacio virtual.

Para que el material sea resistente en sus esquinas se remató con la técnica del enconchado, que es la manera de cerrar el tejido.

La paja toquilla se tensó en un marco de madera con una canal en su centro.

◀ 167. Colocación de paja toquilla con caladuras que discierne la luz hacia la otra área.



En el siguiente espacio virtual se instaló un vidrio de cuatro líneas de espesor con la técnica de pintado y delineado con vitraplom, una pintura de color broce que le da relieve a la técnica semejándose a un vitral.

El diseño en el vidrio se trata del crecimiento de los culmos en los guaduales, y la importancia que tiene el agua en su desarrollo y como la planta devuelve el líquido vital a la tierra para que se mantenga fértil.

Para sujetar el vidrio al tabique se recurrió al marco de madera con una canal de 10mm de profundidad y que recorre toda su longitud. Se instaló con tornillos hacia las cañas, finalmente se puso masilla en el contorno para tapar las imperfecciones que quedo por la irregularidad de la guadua.

◀ 168. Instalación de vidrio pintado en el espacio virtual que mejora la acústica del área dividida, permitiendo la visibilidad hacia los dos lados. (Carlos Brito)

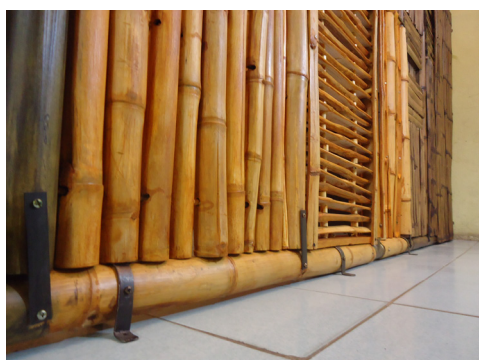


APLICACIÓN DEL TABIQUE MODULAR

La división de áreas en una sola estancia es una manera práctica de fraccionar el espacio, para ganar privacidad, y darle un nuevo uso a otra habitación que se formó con la aplicación de tabiquería modular.

El prototipo de tabique se instaló en el interior de una vivienda en distintas formas y posiciones, teniendo presente la comunicación entre las áreas sociales del inmueble.





División de pared a pared

El tabique es instalado uniendo dos módulos por medio del acople tipo T.

La sujeción al piso es por medio de la U metálica.

El tabique a media altura es ideal para no cerrar por completo el espacio.

Los espacios virtuales donde están colocados el vidrio y la paja ayudan a tamizar la luz.

Mientras que el sistema tipo persiana y el sistema tipo tejido pintado de verde olivo mantienen comunicado a los dos espacios.

La forma de asegurar el tabique a la pared es por medio de la unión tipo "U" que están colocadas a 10cm de cada esquina y separadas cada 55cm.

169. División total de un área teniendo como resultado dos espacios bien definidos y para distinto uso.

Se asegura el tabique al lugar por medio de las uniones en forma de U y los pernos auto-rosantes. (Carlos Brito)



USO DEL ESPACIO DIVIDIDO

La zona es utilizada como comedor para una familia pequeña, el área está comunicada con la cocina por medio de una abertura horizontal que funciona como un cómodo pasaplato. El comedor a su vez tiene acceso directo a la sala.

En el otro lado es un amplio hall que es un paso de circulación a las diferentes áreas de la casa como a la zona de lavandería, la cocina, al baño y a la entrada principal. Se colocó una mesa hecha de caña guadua, que está acorde al diseño del tabique.



170. Al un lado se utiliza el espacio como comedor, mientras que el otro lado es un amplio paso de circulación. (Carlos Brito)



Division del tabique por módulos



Unión en T para alargar la estructura modular y unir los travesaños superior e inferior a través del larguero

El tabique se puede dividir ya que los módulos están unidos en la mitad por el acople tipo "T" en la parte superior e inferior.

Para desunir los módulos se saca los pernos pasados que va uno en cada neplo que esta enroscado en el acople.

171. Detalle de la unión entre módulos, demostrando la versatilidad que tienen los módulos para dividir los espacios, bien puede ser una división parcial por medio de un módulo o por medio de varios módulos, esto depende del diseño del ambiente. (Carlos Brito)

Alternativas para dividir el espacio con un solo modulo

Colocar en distinta posición y con un módulo del tabique, es una nueva forma de dividir los espacios.

El primer módulo mantiene comunicado a las áreas a dividirse ya que está compuesto por tres formas distintas de corte en la caña guadua, que permite el paso de la luz.

La sujeción es por medio de la U metálica en la parte inferior, y en la parte superior se sujeta con una platina de metal a los extremos de la pared.



172. División del espacio con un módulo que permite tener visibilidad hacia el otro lado.

173. División del espacio con un módulo tipo sándwich que tiene recubrimiento por los dos lados separando a las estancias por completo. (Carlos Brito)

En el siguiente ejemplo de separación de ambientes con el segundo módulo.

El revestimiento de este módulo no permite la visibilidad hacia la otra estancia, esto permite a los usuarios tener mayor privacidad, mejora la acústica.

Se ha separado el salón del hall de la entrada, para convertirlo en un estudio de diseño que tendrá un acceso aparte para las personas apropiadas del espacio.



** Nota> Hay que poner énfasis, en que, depende del diseño del tabique, altura y longitud, la sujeción del tabique al lugar donde será emplazado.*



División de áreas teniendo un espacio de conexión entre los dos módulos

Esta división tiene un lazo de conexión entre todas las zonas de la vivienda, teniendo continuidad en la circulación gracias a la abertura que se dejó entre los módulos del tabique.

Como se observa en la fotografía; el primer módulo queda vista la estructura, mientras en el otro modulo la estructura esta oculta, ya que el revestimiento esta por ambos lados, con tableros de guadua.

174. Una alternativa para dividir los espacios creando un vínculo entre los dos, es con dos módulos separados de modo que se genera un paso de circulación entredós áreas. (Carlos Brito)



Remate de tabique

Para cuidar los extremos del tablero se debe de colocar una placa del mismo material a modo de cierre del tabique.

Los taleros se deja pasado 3cm de la de estructura, para que entre en este espacio la placa, quedando a tope con los tableros.

Se fija el remate del módulo a la estructura por medio de tornillos cabeza de trompeta, cada 25cm. Los tornillos pueden ir directo a la estructura, o también a los extremos de los tableros para que atornillen a la placa.



175. Detalles de recubrimiento en un extremo del tabique que va a quedar expuesto al contacto con los usuarios del lugar. (Carlos Brito)





Instalación del tabique modular en diferentes espacios



Estancias al aire libre, con cubierta



Ambientes de descanso junto al mar



Aplicación en salón de recepciones



En espacios para reuniones





Separación entre ambientes de trabajo y accesos de circulación





Prolongando las áreas de circulación



Módulo divisor utilizado en bares



Módulo divisor utilizado en bares





Aplicación del tabique en restaurante







Conclusiones

La guadua tiene un Valor Socio-Económico, porque contribuye a la comunidad donde crece y se cosecha, este ciclo evolutivo genera fuentes de trabajo; del mismo modo beneficia al diseño arquitectónico donde se puede encontrar diferentes utilidades a la caña como en viviendas, estructuras, pisos, tabiques, además por su menor precio comparado con otros materiales y de igual resistencia, beneficia a la economía de toda una sociedad, que cada vez se ira sumando el número de personas que confien en la calidad de un producto que es totalmente sustentable.

La propuesta final de diseño, busca dar respuesta a los requerimientos de la compartimentación de espacios, con elementos livianos desmontables, para ello se ha recopilado cada una de sus necesidades, con la intención de estudiarlas y comprenderlas para conseguir formas, texturas, colores, obtener varias alternativas de funcionalidad, que nos lleve a un acertado fraccionamiento de áreas con una tabiquería modular de guadua, material que irradia calidez y serenidad a los ambientes.

Para que la “caña guama” marque una nueva era en el diseño, el cuidado y los tratamientos debidos al material y su puesta en obra, deberá ser minuciosamente controlado para obtener resultados exitosos.

La propuesta final es el resultado de relacionar el diseño con la identidad, ya que combinando un material tan ancestral, con las nuevas tendencias para que se fusionen en un espacio habitable y pueda armonizar el lugar, es un avance a nuestra cultura, una opción de desarrollo.

Como experiencia personal la realización de este trabajo ha dejado muchas enseñanzas, aprendiendo de cada error cometido tanto en lo teórico como en lo práctico, un reto que me involucro de cerca con el material fue la realización del prototipo del tabique modular, que me permitió poner en práctica conocimientos adquiridos en la vida universitaria, además de crear nuevas técnicas y trabajar con distintas herramientas y materiales, elementos que fueron parte de este trabajo y que serán de gran valor en las actividades para crecer como persona, como profesional y que el aprendizaje pueda beneficiar a las personas en general.





Anexos

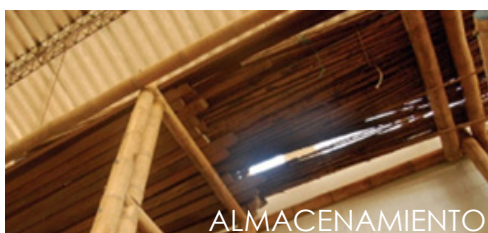
Recubrimiento para tabiques modulares con tableros prefabricados

Los materiales que son elaborados por la "Planta Piloto de investigación" que promueve la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, donde expertos ejecutan los trabajos, teniendo como fin desarrollar ecomateriales, materiales alternativos de construcción cuya característica esencial es ser ambiental y económicamente sostenibles.

Estos materiales presentan una nueva perspectiva de usar la caña guadua en la construcción, porque aprovechan al máximo al material a partir de las transformaciones de la caña, como: media caña, latas, esterilla, hasta utilizan lo que hasta ahora era un desperdicio como la corteza del interior de la caña donde se encuentran los restos de los nudos que se rompen al abrir al bambú.

Para tener una opción más, en cuanto se refiere a revestir el tabique que también es de caña guadua, se realiza a continuación una descripción del proceso productivo para la obtención de los tableros de caña.

Parámetros de producción de los tableros de caña guadua



- **Almacenamiento**

Lo primordial es contar con los culmos suficientes que se encuentren en óptimas condiciones para ser usados, siempre se debe de contar con un espacio donde se reserva la materia prima para la fabricación de los tableros: la caña guadua

◀▶ 176. proceso de producción para la elaboración de nuevos productos, realizados con caña guadua (Fuente: de la referencia N° 62)

- **Preparación**

A.- Latilladora estrella¹

Se cortan las guaduas de una misma medida en forma de latas (*segmento longitudinal del culmo de guadua y en el cual dos de sus caras son paralelas entre sí*), el largo y ancho de las latas depende del industrial de acuerdo al producto que va a fabricar.

Aquí se utiliza la latilladora estrella que es una sierra de cuchillas paralelas, cortando a la guadua de forma que se obtiene tablillas delgadas a las que se llaman latas. Las latas que salen de la sierra estrella tienen un corte radial y requieren de un emparejado posterior de los bordes.



B.- Picadora laminadora

Esta máquina industrial sirve para cortar a la caña chancada y además a las medias cañas en el largo que se requiera para fabricar el producto.



- **Corte Y Preservación**

En esta área se encuentra el tanque de lavado y el tanque de preservación.

El tanque de lavado es de acero inoxidable y sirve para la cocción del producto de la guadua, se cocina en agua. Esto sirve para quitar un residuo líquido que contiene mucho almidón y mucho azúcar.

Luego pasan al tanque de preservación, este proceso sirve para hacer un tratamiento de inmunización, colocando en agua bórax y ácido bórico.



62. Tomado de: "Planta Piloto de investigación, producción y transferencia tecnológica en uso de Ecomateriales innovadores para la construcción de vivienda de bajo costo". Impulsado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, www.eco-materiales.net



PRENSADO



ACABADO

• Prensado

El prensado es necesario para que las guaduas en su diferente presentación se unan correctamente. Lo primero es aplicar el adhesivo en las caras de la guadua para unir cara con cara. El método de unión es de fundido por calor, esto quiere decir que se funden con el calor y se fijan al enfriar.

Para el prensado se utiliza la Prensa hidráulica 300T¹ que mejora los tiempos y la calidad de los prensados.

Los tiempos, temperatura y parámetros de prensado dependen del tipo de adhesivo que se escoja para este proceso.

• Acabado

Área destinada para acabado de tableros.

En este proceso se prepara la superficie y los cantos de los tableros para tratamientos de acabado y mejorar su belleza y estructura, entre más lisa se logre la superficie, mejor es su apariencia y mejor su respuesta ante el polvo y la humedad.

177. procesos finales de producción para la elaboración de nuevos productos, realizados con caña guadua (Fuente: de la referencia N° 64)

63. Tomado de: GUADUA (LAMBÚ) Sub parámetros De Producción Y Transformación De La Guadua Laminada Aplicados Al Diseño Industrial. / CASTELLANOS A. Sandra, GODOY A. Diana / Bogotá: Ecoe Editores, 2007



Productos Derivados de la Guadua

Ecubam

Nombre del material: Ecu de Ecuador y Bam de bambú¹.

Origen

El origen de este material, se remonta a miles de años, ya que la caña picada ha sido transformada y usada por los primitivos habitantes del Ecuador, donde se la llama "esterilla" o "tabla de caña".

Características generales

- Material no contaminante
- Material liviano y resistente
- Producción de bajo costo
- Multiusos

Preparación de la caña picada

La preparación de la caña picada inicia en la selección de la caña, el corte, la preservación natural, el apeo o tumbada, el desramado, el corte en segmentos, la picada, la abertura, la limpieza, la preservación química y concluye con el secado.

La mayoría de estas actividades, las realiza el campesino, pero sin mayor cuidado, aspecto que necesita capacitación para la obtención de buenos resultados.

La herramienta que se incorpora para la limpieza de la caña es el "palín", un tipo de pala pequeña.

Fabricación del tablero

Las secciones de caña picada se unen para dimensionar el tablero. Luego son encolados y finalmente introducidos en la prensa caliente para su proceso final.

Posteriormente son extraídos, escuadrados, lijados o pulidos.

Uso del material

El tablero puede ser usado de diferentes maneras: en pisos, paredes, muebles, puertas, elementos estructurales, por su espesor resistencia equivalente a tableros de maderas duras.



178. Tablero EcuBam. (Fuente: de la referencia N° 64)



179. Limpieza de la Caña Picada. (Fuente: de la referencia N° 64)



180. Limpieza de la Caña Picada. (Fuente: de la referencia N°64)

64. Tomado de: "Planta Piloto de investigación, producción y transferencia tecnológica en uso de Eco-materiales innovadores para la construcción de vivienda de bajo costo". Impulsado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, www.eco-materiales.net



181. Tablero PlasBam. (Fuente: de la referencia N°64)



182. Aplastamiento de Las medias cañas. (Fuente: de la referencia N°64)

PlasBam

Nombre del material: Plasde aplastar yBam de bambú.

Las medias cañas

“medias cañas”, se denominan a las dos porciones, resultados de dividir de forma longitudinal y por la mitad, una caña rolliza o entera. De manera tradicional, se usaban como canales para transportar o recibir agua.

Características generales

- Material que no contamina el medio ambiente
- El aspecto estético agradable
- Multiuso
- No presenta oposición al corte longitudinal

Preparación de las medias

El machete o un equipo mecánico, permite abrir una caña entera, en dos medias cañas. Sin embargo, la extracción de las porciones de caña representa dificultad, por la existencia de nudos internos. Para ello se ha diseñado una nueva herramienta denominada “saca nudos” y el diseño de otra herramienta, que permita acelerar la extracción de esos nudos, además de la parte interna o tripa. Estas medias cañas limpias y aplastadas son sometidas a preservación y secado.

La fabricación del tablero

Las medias cañas, aplastadas y ordenadas, se ubican para el dimensionamiento del tablero, se encolan para luego ser prensadas al calor con un adhesivo natural. Finalmente el tablero obtenido se escuadra y lija.

Usos del Material

Similar a EcuBam, este tablero es de multiuso, sea en pisos, paredes, puertas, muebles, elementos estructurales y recubrimientos decorativos.

TripBam

Nombre del material: Trip de Tripa y Bam de Bambú

La tripa de la caña

La "tripa" es la denominación que dan los campesinos a la parte interna de la caña picada, la misma que se desprende para obtener una superficie regular. Para ello se utiliza el machete o una pala pequeña. Hasta la realización de este tablero, la "tripa" ha sido un material considerado como deshecho, cuyo destino era la basura o el fuego.

Características generales

- No contaminante
- Económico

Preparación de la "tripa" para el TripBam

La tripa es seleccionada, en función de su longitud y superficie, para luego proceder a su preservación química y secado.

La fabricación del tablero

Es una placa formada por desechos de la placa EcuBam. Las tripas preservadas y secas se ordenan para dimensionar el tablero, colocándolas de manera longitudinal y/o transversal. Se las encola para ser prensadas al calor utilizando aglutinantes naturales. Los tableros son extraídos, para su escuadrado y acabado.

Usos del material

El tablero TripBam tiene algunas posibilidades de uso, ya sea como cielos rasos (tumbados), tableros decorativos o recubrimiento de muebles o como componente interno de los otros tableros.



183. Tablero PlasBam. (Fuente: de la referencia N° 64)



184. Sacando la tripa de la Caña Guadua. (Fuente: de la referencia N°64)



EsterBam

Nombre del material: Ester de Estera de Bam de Bambú.

Nota

La obtención de EsterBam del proyecto, es realizada a mano tanto su extracción como su tejido.

Materia prima: las cintas de caña, de extrema dureza y resistencia, son segmentos longitudinales de 0,1mm de espesor y 10mm de ancho.

Características generales

- Material ecológico
- Liviano
- Potencial como componente arquitectónico.

Preparación de cintas y el tejido de esteras

Se ha descubierto que en la comunidad de Pachinche adentro Manabí, entre Portoviejo y Santa Ana, artesanos fabrican canastas, con menor demanda, debido al uso de materiales sintéticos.

Con el trabajo de los artesanos, se logró un tipo de urdimbre a partir de las cintas de guadua, similares a las de San Joaquín (Cuenca). El tejido, elaborado a mano, utilizando un cuchillo pequeño, las manos y pies del artesano.



185. Elaboración del tejido de las esteras de guadua. (Fuente: de la referencia N°65)

La fabricación del tablero

Está formado por cintas de bambú, preservadas secas y transformadas en esteras, que son encoladas con un adhesivo natural y prensadas al calor, para obtener tableros que luego serán escuadrados.

Usos del material

Usado como material para cielos rasos, componente de puertas, muebles, paneles decorativos y elementos estructurales.



186. Muestra del tablero y del Tejido (Fuente: de la referencia N°65)

Dimensiones de los tableros

Los tableros EcuBam, PlasBam, TripBam, y EsterBam los fabrican en forma de planchas de iguales dimensiones largo 2,44m; ancho 1,22m; espesor 3cm¹.



Resistencia Al Fuego Para Los Tableros

La caña guadua es un material maderero, altamente inflamable, y los componentes químicos para formar los tableros hacen que pueda consumir más rápido ante el fuego en caso de un incendio. Para evitar esta consumación fugaz del tablero y por ende del tabique en general recurrimos a un recubrimiento del tablero que retarda el fuego, este producto es amigable con el medio ambiente porque es elaborado con material reciclable como el papel, además es económico.



65. Tomado de: "Planta Piloto de investigación, producción y transferencia tecnológica en uso de Eco-materiales innovadores para la construcción de vivienda de bajo costo". Impulsado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, www.eco-materiales.net

187. Medida estándar que producen los tableros hechos de guadua (Fuente: de la referencia N°65)



188. Muestra de recubrimiento ignifugo RecCel (Fuente: de la referencia N°66)



189. Placa celulósica PlacCel que retarda el fuego. (Fuente: de la referencia N° 66)



190. PlacCel y RecCel son hechos de material reciclado. (Fuente: de la referencia N° 66)

Derivados Del Papel

PlacCel RecCEL¹

PlacCel: placa celulósica; RecCel: recubrimiento celulósico, son materiales que cumplen con características ignifugas o retardantes de fuego y permiten reducir los riesgos de incendios, pérdida de seres humanos, bienes, muebles e inmuebles.

¿A que se denomina un material ignifugo?

Aquel que retarda o impide la propagación del fuego, manteniendo su capacidad de resistencia sin afectación.

Características generales

- Material no contaminante
- Aislante del calor
- Resistente al fuego y altas temperaturas
- Retarda la propagación del fuego
- Económico

Materiales ignífugos o retardantes PlacCel y RecCel Son productos obtenidos de la combinación y transformación de materias primas recicladas y naturales: Papel periódico reciclado de diarios, revistas y otros.

⁶⁶. Tomado de: "Planta Piloto de investigación, producción y transferencia tecnológica en uso de Eco-materiales innovadores para la construcción de vivienda de bajo costo". Impulsado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil,

Materiales aislantes que se pueden utilizar en la construcción del tabique modular

Corcho

Material

El corcho, la corteza exterior del alcornoque, puede adquirirse en forma de material granulado natural o expandido, como tableros aislantes y de material de relleno.

El alcornoque proviene en general de la región occidental del mediterráneo y puede descortezarse cada 8 o 10 años. Alcanza una edad de 100 a 150 años.

Aplicación

El corcho es resistente a la aplicación de los mohos y a la pudrición, incluso en presencia de humedades elevadas, sin embargo, una exposición prolongada puede producir una infección por hongos.

Los tableros aislantes de corcho se colocan sueltos y posteriormente se unen con clavos o tacos, o bien se encolan.

Los gránulos se aplican mediante vertido o inyección. El corcho aislante es especialmente adecuado en áreas sujetas a cargas de presión y como aislante frente al ruido de impacto.

Fabricación

El corcho se procesa para convertirlo en material aislante en una variedad de modos que dependen del uso previsto.

El corcho natural granulado se fabrica triturando corcho crudo y, sin la incorporación de aditivos, se utiliza como aislante de relleno.

El corcho granulado expandido se fabrica aplicando vapor sobrecalentado a presión al corcho natural granulado, en un contenedor herméticamente cerrado. Este proceso provoca que la resina natural del corcho (suberina) se desplace hacia la periferia de los gránulos y los una.

Dimensiones

Espesor [mm]: 20 – 100

Formato [mm]: 500 x 1000 / 600 x 1200

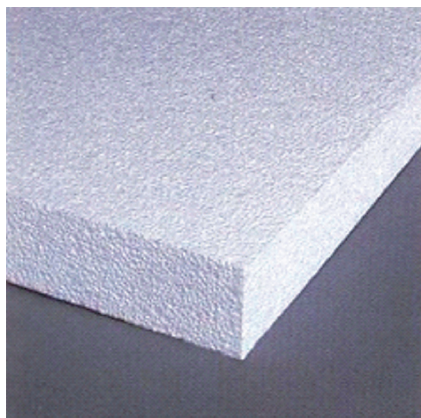
Conductividad térmica: $\lambda_R = 0,040 - 0,055 \text{ W/mk}$

Factor de resistencia a la difusión del vapor: $\mu = 5 - 10$

Capacidad térmica: $C = 223 \text{ kJ/m}^3\text{k}$



191. material aislante, corcho. (Fuente: de la referencia N° 67)



192. plancha de poliestireno expandido.
(Fuente: de la referencia N° 67)

Poliestireno expandido (EPS)

Material

Las espumas plásticas son un producto refinado del petróleo que se fabrica mediante el espumado de la materia prima, con la adición simultánea de propelentes y agentes soplantes.

El material es resistente a la podredumbre, a la acción del moho y a los ataques de parásitos. Sin embargo, no resiste una exposición permanente a la humedad.

Aplicación

Los tableros de EPS suelen utilizarse en paneles sándwich en combinación con una variedad de materiales, por ejemplo, con paneles de fibrocemento para elementos de fachada, o con madera y tableros de cartón yeso en divisorias y cubiertas.

En la construcción de forjados, los tableros de EPS se utilizan como aislamiento frente al ruido de impacto y térmico. Las partículas de poliestireno sueltas se pueden utilizar también como relleno.

Fabricación

El producto se fabrica en tres etapas:

- Formación de espuma. Las perlas compactas se calientan con vapor y se inflan a presión con un agente soplante de pentano para formar perlas de espuma.
- Almacenamiento intermedio las perlas se enfrían y se secan.
- Espumado. Las perlas se siguen inflando con vapor hasta que se convierten en cuerpos sólidos y se ligan entre ellas. Existen moldes de bloque para fabricar los tableros de poliestireno, que se cortan a sierra o en caliente.

Dimensiones¹

Espesor [mm]: 10 – 200

Formato [mm]: 500 x 1000

Conductividad térmica: $\lambda_R = 0,035 - 0,040 \text{ W/mk}$

Factor de resistencia a la difusión del vapor: $\mu = 20 - 100$

Densidad aparente: $\rho = 15 - 30 \text{ kg/m}^3$

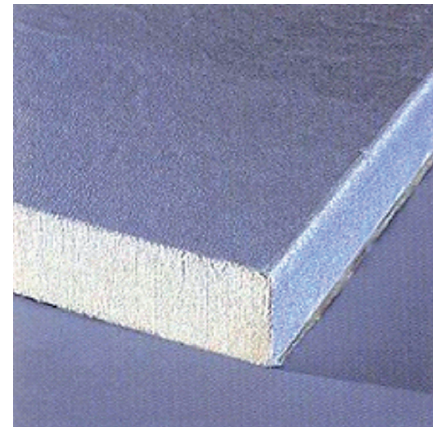
Capacidad térmica: $C = 43 \text{ kJ/m}^3\text{k}$

67. CONSTRUCCION CON MADERA, Detalles, Productos, Ejemplos / HUGHES Theodor, STEIGER Ludwig, WEBER Johann / editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2007 / pág. 53 - 65

Poliuretano (PUR)

Material

El poliuretano está compuesto de varios productos derivados del petróleo con diferentes densidades reticulares y aparentes. La espuma rígida de poliuretano de alta densidad (HR) se distingue por su baja absorción de la humedad y por su resistencia a la putrefacción, al envejecimiento a la descomposición. Sin embargo no es resistente a la radiación ultravioleta. Al contrario que el poliestireno, la espuma rígida de poliuretano HR resiste temperaturas de hasta 250 °C.



193. plancha de poliuretano. (Fuente: de la referencia N° 67)

Aplicación

La espuma rígida de poliuretano se utiliza:

- Como aislamiento de cubiertas planas (la espuma HR PUR es resistente al betón caliente).
- Como aislamiento para cubiertas muy inclinadas, entre y debajo de los cabrios.
- Como aislamiento para cerramientos exteriores en fachadas ventiladas (paredes con cámara)
- Como componente en paneles sándwich y compuestos.

No es conveniente el uso de tableros de espuma rígida en entramados de madera, ya que no pueden absorber la retracción de la madera.

Fabricación

Los tableros de espuma rígida de poliuretano se fabrican en dos procesos diferentes:

En el proceso de cinta transportadora doble, la mezcla espumada (con pentano como agente soplante) se aplica sobre una capa superficial inferior para ser unida después a una capa superficial superior. Como capas superficiales se utilizan mantos de fibra mineral, de fibra de vidrio, láminas de papel, de metal o compuestas (sándwich), planchas de cubierta y planchas de cubierta resistentes a la humedad.

En el proceso de espumado en bloque, la mezcla reactiva se vierte en moldes.

Los bloques resultantes se cortan en tableros una vez que la espuma se haya endurecido y asentado.

Dimensiones

Espesor [mm]: 10 – 300

Formato [mm]: 500 – 1.200

Longitud [mm]: 1.000 – 3.000

Conductividad térmica: $\lambda_R = 0,020 - 0,030 \text{ W/mK}$

Factor de resistencia a la difusión del vapor: $\mu = 30 - 100$

Densidad aparente: $\rho = 22 - 100 \text{ kg/m}^3$

Capacidad térmica: $C = 43 \text{ kJ/m}^3\text{K}$



193. Material aislante, celulosa. (Fuente: de la referencia N° 68)

Celulosa

Material

El papel de prensa reciclado constituye el material base para la fabricación de todos los copos de celulosa. Como protección frente a la putrefacción y la inflamabilidad, se añade sal bórica.

Los copos de celulosa tienen una estructura suelta y se inyectan en huecos o en superficies horizontales, curvadas o inclinadas.

La presión de inyección comprime los copos a una densidad aproximada de 40 – 60 kg/m³ en los muros.

Aplicación

La celulosa suele utilizarse como aislamiento térmico en cámaras de cubiertas, muros y techos.

Existen varios modos de aplicación: vertida o soplada en techos abiertos, inyectada en cubiertas y techos, y pulverizada en muros.

Según la norma DIN 18165-1, los copos aislantes no pueden ser asignados a ningún tipo específico de aplicación. Solo se pueden utilizar en huecos cerrados.

No deben estar sometidos a presión y deben protegerse frente a la humedad. Para su uso es necesario el cumplimiento de los requisitos de protección de la madera con la clase de riesgo 0, de conformidad con la DIN 68800.

Fabricación

La celulosa es papel de periódico reciclado en copos finos que se impregnan con sales bóricas (bórax y ácido bórico) para protegerla frente al fuego, la podredumbre y los parásitos.

El papel se pre tritura, se le añaden las sales bóricas en dosis pulverizadas, y los dos componentes se mezclan en un proceso de molido y de ligado mecánico.

Se elimina el polvo de la mezcla de celulosa, se comprime levemente y se empaqueta en sacos de papel.

Formatos de entrega

Sacos de papel de 12,5 y 13,6 kg

Uso sujeto al cumplimiento de los requerimientos de DIN 18165-1 para materiales aislantes fibrosos.

Conductividad térmica: $\lambda_R = 0,040 - 0,045 \text{ W/mK}$

Factor de resistencia a la difusión del vapor: $\mu = 1 - 2$

Densidad aparente: $\rho = 30 - 80 \text{ kg/m}^3$

Capacidad térmica: $C = 100 \text{ kJ/m}^3\text{K}$



Lana De Oveja

Material

La lana de oveja es uno de los materiales más antiguos utilizados por el ser humano para protegerse contra el frío.

Los mantos fibrosos de este material están compuestos solo de lana de oveja esquilada. Hasta un 50% de toda la lana reciclada se utiliza para la producción de fieltros de lana de oveja.

Con la adición de bórax, la lana de oveja es muy resistente al ataque de insectos y hongos putrefactores.

Aplicación

La lana de oveja se utiliza en forma de esteras aislantes, como lana aislante trenzada y como lana embutida para aislamiento térmico y acústico de cubiertas, muros y forjados; también se emplea en forma de fieltro como aislante frente al ruido de impacto.

Según muchos fabricantes, la lana de oveja cuenta con una excelente capacidad de absorción de la humedad (de hasta el 30%) y, a diferencia de otros materiales aislantes fibrosos, unas excelentes propiedades de aislamiento.

Formatos /Dimensiones¹

Lana y lana trenzada empaquetada en sacos

Esteras fieltro enrollado:

Espesor [mm]: 20 – 200

Ancho [mm]: 450 – 1.000

Longitud [mm]: 1.000 – 8.000

Conductividad térmica: $\lambda_R = 0,040 \text{ W/mk}$

Factor de resistencia a la difusión del vapor: $\mu = 1 - 2$

Densidad aparente: $\rho = 20 - 80 \text{ kg/m}^3$



194. Material aislante, lana de oveja.
(Fuente: de la referencia N° 68)

68. CONSTRUCCION CON MADERA, Detalles, Productos, Ejemplos / HUGHES Theodor, STEIGER Ludwig, WEBER Johann / editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2007 / pág. 53 - 65



195. Material aislante, lino. (Fuente: de la referencia N° 68)

Lino

Material

El lino es una fibra perteneciente al grupo de las fibras inter-nas que se obtiene de la planta del lino, que alcanza aproxi-madamente un metro de altura.

Como material aislante, el lino es resistente a la acción del moho y cede hasta un 20% de su propio peso en humedad.

Aplicación

Las esteras aislantes de lino se utilizan como aislamiento en cubiertas, muros y forjados. Los fieltros aislantes se utilizan como aislamiento frente al ruido de impacto. Los copos para cámaras (esteras aislantes cortadas en piezas pequeñas) y las partes de madera del tallo se utilizan para llenar cavida-des, por ejemplo, en techos acústicos.

Conformado un tubo hueco, el lino se utiliza también para aislar tubos y conductos.

Fabricación

Después de la recolección, el tallo de la planta del lino se separa en semillas y hojas, y se tuesta para liberar los haces de fibra de los agentes ligantes.

Seguidamente, se lava, seca, rompe, espada (separación de las fibras de la madera del tallo) y tritura.

El contenido de celulosa de las fibras cortas resultantes de tales procesos constituirá el material para el aislamiento térmico. Suele añadirse poliéster como fibra estabilizadora y ligante para mejorar la capacidad de reposición. Algunos fabrican-tes añaden también bórax, sodio soluble y fosfato amónico como protección ignifuga de las fibras.

Dimensiones

Espesor [mm]: 40 – 60 – 80 - 100

Ancho [mm]: 500 - 1.200

Longitud [mm]: 10.000

Conductividad térmica: $\lambda_R = 0,040 \text{ W/mk}$

Factor de resistencia a la difusión del vapor: $\mu = 1 - 2$

Densidad aparente: $\rho = 25 \text{ kg/m}^3$

Fibra de coco

Material

La fibra de coco se obtiene de la capa exterior fibrosa del coco. Se puede adquirir en forma de fieltro enrollado, de esteras o tableros aislantes, como material aislante trenzado y como lana embutida.

Aplicación

Las esteras aislantes de coco están disponibles como:

- Tableros aislantes para pavimentos, capas múltiples cosidas y prensadas para pavimentos húmedos y secos, así como para asfalto colado;
- Paneles de fibra de coco para aislamiento del ruido aéreo en caras de paramentos y divisorias;
- Fielros enrollados de fibra de coco cosidos para el aislamiento de cámaras en muros y forjados; aislamiento térmico de cubiertas y muros; aislamiento acústico; material de relleno para juntas de puertas y ventanas.

Los materiales aislantes de fibra de coco están disponibles en forma de tableros y de fielros enrollados.

Fabricación

la capa fibrosa, que puede llegar a tener un espesor de 10cm, se separa manualmente del coco y se almacena durante un periodo de 6 a 10 meses en agua de mar; durante este tiempo, todos los componentes perecederos se descomponen (enriado). Las fibras aprovechables se secan, se ventilan, se refinan y se prensan y formatean según las necesidades.

Dimensiones:

Tableros:

Espesor [mm]: 13 – 18 – 20 – 23 – 25 – 28 – 40

Ancho [mm]: 625

Longitud [mm]: 1.250

Fieltro enrollado:

Espesor [mm]: 20 – 25 – 35

Ancho [mm]: 400 – 500 – 670 – 1.000

Longitud [mm]: 10.000

Conductividad térmica: $\lambda_R = 0,045 - 0,050 \text{ W/mk}$

Factor de resistencia a la difusión del vapor: $\mu = 1 - 2$

Densidad aparente: $\rho = 50 - 140 \text{ kg/m}^3$

Capacidad térmica: $C = 22 - 57 \text{ kJ/m}^3\text{K}$



196. Material aislante, ecológico fibra de coco. (Fuente: de la referencia N° 68)



Máquinas industriales utilizadas, para realizar el tabique modular

Máquina engleteadora, sirve para cortar piezas de madera en diferentes ángulos.



Máquina rebajadora conocida como tupi para realizar canales en la madera

197. Maquinaria industrial utilizada para la construcción del tabique modular, a excepción de la maquina tupi, el resto de maquinaria pesada se encuentra en la universidad, lugar en donde se llevó el material para los diferentes cortes que se realizó a las guaduas. (Carlos Brito)



Máquina lijadora de banda. Para lijar las diferentes piezas de guadua





Sierra circular. Se utilizó para realizar cortes longitudinales en la caña guadua.





Glosario

Acabado: Estado final, natural o artificial, en la superficie de una pieza de madera o bambú. Estado final del recubrimiento o del revoque, el acabado natural se obtiene mediante procesos tales como: cepillado, lijado, desmanchado y el acabado artificial con la aplicación de sustancias como: ceras, lacas, tintes.

Anclajes: Refuerzo metálico de diferentes formas que se emplea como elementos de apoyo y de fijación de elementos de la construcción.

Bambú o Planta de Bambú: Es un recurso natural renovable. Planta herbácea con tallos leñosos, perteneciente a la familia de las Poaceae (gramíneas), sub familia Bambusoideae, tribu Bambuseae.

Caña de Bambú: Tallo de la planta de bambú que por lo general es hueco y nudoso y está conformado por las siguientes partes:

- a) **Nudo:** Parte o estructura del tallo que lo divide en secciones por medio de diafragmas.
- b) **Entrenudo:** Parte de la caña comprendida entre dos nudos.
- c) **Diafragma:** Membrana rígida que forma parte del nudo y divide el interior de la caña en secciones.
- d) **Pared:** Parte externa del tallo formada por tejido leñoso.

Compresión: es la contraria a la de tracción. Intenta comprimir un objeto en el sentido de la fuerza.

Elemento de Bambú: Cada una de las piezas que forman un componente de bambú.

Entrepiso: Componente de bambú que separa un piso de otro, en una edificación.

Flexión: Los elementos sometidos a flexión son elementos horizontales o casi horizontales que soportan cargas perpendiculares, o casi perpendiculares a su eje

Fuerza de torsión: actúa sobre elementos que giran. La punta de un destornillador se puede deformar por la acción de esta fuerza.

Guadua angustifolia: Especie de bambú leñoso, nativo de la región tropical de los países andinos, con propiedades físico mecánicas adecuadas para construcciones sismorresistentes.

Módulo de elasticidad: Un módulo elástico es un tipo de constante elástica que relaciona una medida relacionada con la tensión y una medida relacionada con la deformación.

Rolliza: Estado cilíndrico natural de los tallos de bambú.

Secado: Proceso natural o artificial mediante el cual se reduce el contenido de humedad de la madera o bambú.

Tracción: al esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.



Sostenible: Este término se refiere a un proceso, y significa que puede mantenerse por sí mismo, sin aporte exterior ni disminución de los recursos existentes.

Sustentable: es aquello que puede conservarse y puede responder a ciertas necesidades.

Bibliografía Clasificada

01. HERNÁNDEZ MORENO Silverio, 2008. EL DISEÑO SUSTENTABLE COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA Y EDIFICACIÓN EN MÉXICO. Acta universitaria, mayo-agosto, año/vol. 18, numero 002 Universidad de Guanajuato, (Guanajuato – México), pp. 18-23
02. Arq. RODRÍGUEZ Eduardo, Arq. GONZÁLEZ Francisco, Arq. PÉREZ MUÑELO Ana. HABITAR ENTRE LA TRADICIÓN Y LA VANGUARDIA. ARQUITECTURA SOSTENIBLE PARA EL SIGLO XXI.
03. CASTELLANOS Sandra A. GODOY Diana A., Guadua (lambú) SUBPARÁMETROS DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LA GUADUA LAMINADA APLICADOS AL DISEÑO INDUSTRIAL, Editores ECOE, Bogotá 2007
04. Ing. BEJARANO LÓPEZ Rafael METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA UTILIZANDO COMO MATERIAL PRINCIPAL EL BAMBÚ (CONAFOVI-2002-C01-7583 B-1 BAMBUVER, A.C.)
05. URIBE VALLEJO Maritza, DURÁN CONTRERAS Alejandro ESTUDIO DE ELEMENTOS SOLICITADOS A COMPRESIÓN ARMADOS POR TRES GUADUAS, Universidad Nacional De Colombia Facultad De Ingeniería Departamento De Ingeniería Civil Bogotá D.C. 2002
06. Fundación Jatun Sacha A Chemonics International Inc. BIOFOR Consortium, MANUAL PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE CAÑA GUADUA. Subcontrato Quito- Ecuador Fecha: 11 de octubre del 2005.
07. Martínez Covaleda Héctor J. LA CADENA DE LA GUADUA EN COLOMBIA. Una Mirada Global De Su Estructura Y Dinámica 1991-2005 Bogotá, Marzo de 2005
08. ORTEGA ABAD Eduardo, MORENO CAMPOVERDE Alexandra, NEIRA ALEJANDRO Cristina, "PRODUCCION DE CAÑA GUADUA PARA SUPLIR LA DEMANDA DE FUNDACION HOGAR DE CRISTO", Escuela superior politécnica del Litoral. Guayaquil 2003
09. VÁSCONEZ MIRANDA Kathia Marcela, "DISEÑO DE PUENTES PEATONALES UTILIZANDO CAÑA GUADUA COMO ELEMENTO DE CONSTRUCCIÓN", Escuela Superior Politécnica Del Litoral (Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción), GUAYAQUIL - ECUADOR Año: 2005



10. GARZON CAICEDO, Jenny. Optimización de estructuras en guadua. Santa Fé de Bogotá, 1996. Trabajo de grado (Arquitecta). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes. Departamento de construcción; p. 106.
11. PEÑA MUÑOZ, Cesar A. Y RODRÍGUEZ H., Hugo A.. Propuesta de uniones mecánicas para estructuras de guadua. Santafé de Bogotá, 1997. Trabajo de grado (Arquitecto). Universidad Nacional de Colombia. Departamento de construcción; p. 108.
12. PROYECTO NORMATIVO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ / Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Construcción / PERU / 13.05.2011
13. REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE / Estructuras De Madera Y Estructuras De Guadua / Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica / Bogotá, D. C., COLOMBIA 2010)
14. GÓMEZ, Carlos y RUBIO, Fabio. Esfuerzos de trabajo para elementos estructurales en guadua (Bambusa Guadua). Bogotá 1990. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil.
15. ORDOÑEZ CANDELARIA Víctor Rubén / PERSPECTIVAS DEL BAMBU PARA LA CONSTRUCCION EN MEXICO / madera y bosques, año/vol. 5, número 001 / Instituto de ecología A.C. / Xalapa México pp.3-12 / 1999.

Bibliografía, Páginas Web

16. <http://www.arq.com.mx>
17. <http://www.wikipedia.com/arquitectura-sustentable-de-Wikipedia>
18. <http://www.miliarium.com/que-es-la-arquitectura-sostenible>
19. <http://www.guaduabamboo.com>
20. <http://www.eco-materiales.net>
21. <http://www.acimco.com>
22. <http://www.volcan.cl>





